3 1761 06930987 0

Digitized by the Internet Archive
in 2010 with funding from
University of Toronto

http://www.archive.org/details/physikalischegeo00hoff

HINTERLASSENE
W E R K E

VON

FRIEDRICH HOFFMANN.

ERSTER BAND:

PHYSIKALISCHE GEOGRAPHIE.

BERLIN

IN DER NICOLAISCHEN BUCHHANDLUNG.

1837.

PHYSIKALISCHE GEOGRAPHIE.

VORLESUNGEN

GEHALTEN AN DER UNIVERSITÄT ZU BERLIN
IN DEN JAHREN 1834 UND 1835

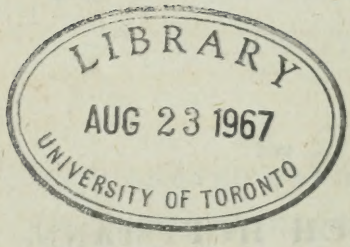
VON

FRIEDRICH HOFFMANN.

#784

BERLIN
IN DER NICOLAISCHEN BUCHHANDLUNG.
1837.

GB
53
H64



Inhalt.

I. **Allgemeines** und **Orographie.**

Einleitung, 1.

Gestalt und Gröfse der Erde, S. 7. — Aeltere Ansichten, 7. — Beweise für die Kugelgestalt, 10. — Magellan's Weltreise, 14. — Gradmessungen, ältere, 17. — Sphäroidische Gestalt, 24. — Neuere Gradmessungen, 31. — Längengradmessungen, 41. — Pendelmessungen, 43. — Dimensionen des Erdkörpers, 51.

Dichtigkeit des Erdkörpers, 52. — Beobachtungen von Maskelyne, 53. — von Cavendish, 55.

Von den einzelnen Theilen des Erdkörpers, 58. — Feste Oberfläche der Erde, 60.

Umrisse und Vertheilung des Festlandes, 60. — Entdekkung von Amerika, 63. — Australländer, 68. — Gestalt der Welttheile, 71. — Forster's Ansichten, 71. — Pallas's Meinungen, 73. — Humboldt's Hinweisungen, 74. — Steffens's Hypothese, 76. — Ritter's Vergleichungen, 78. — Entdeckungen in den Polarregionen, 81. — Aeltere an der Nordküste von Asien, 82. — Neuere daselbst, 84. — Aeltere im nordwestlichen Amerika, 85. — Scoresby's Gründe für das Daseyn einer nordwestlichen Durchfahrt, 87. — Neuere Entdeckungen daselbst, Rofs's erste Reise, 89. — Parry's erste Reise, 90. — Dessen zweite Reise, 92. — Dessen dritte Reise, 94. — Rofs's zweite Reise, 95. — Franklin und Richardson's erste Landreise, 97. — Deren zweite, 98. — Entdeckung von Island, 99. — von Grönland, 100. — von Helluland, Markland und Wiinland, 101. — Neuere Reisen nach Grönland, 102.

Von den Inseln, 103. — Eintheilung derselben, 104. — Kontinental-Inseln, Charakter, 104. — Beispiele, 105—110. — Pelagische Inseln, Charakter, 110. — Hohe pelagische Inseln, vulkanische Inseln, 111. — Beispiele, kanarische Inseln, 111. — Erhebungs-Inseln, Erhebungs-Kratere, Eigenthümlichkeiten derselben, 113. — Anderweitige Erhebungsinseln bei Afrika, 117. — bei Amerika, 119. — Thätige Vulkane, Vertheilung derselben, 120. — Niedere pelagische Inseln, Korallen-Inseln, 124. — Bildung, 125. — Alter, 129. — Ursache ihrer Gestalt, 131.

Oberflächengestalt des festen Landes, 135. — Berg und Thal, 136. — Hochthäler und Tiefländer, 137. — Begriff vom Gebirge, 138. — Vertheilung der Gebirge, 139. — Buache's Hypothese, 140. Buffon's Hypothese, 142. — Hochländer, ältere, irrige Ansichten darüber, 144. — Zusammenhang der Gebirge, Irrthümer darüber, 146. — Gesetzmäfsige Richtung in den Gebirgen, 152. — Hauptrichtungen der Gebirgsketten und Abweichungen davon, 155. — Begrenzung der Gebirge, 157. — Gebirgssysteme, unterscheidende Kennzeichen derselben, 158. — Gebirgssysteme, ihre Entstehung aus Spalten, 160. — Gebirgstheile, 162. — Der Kamm, sein Verlauf und Zusammenhang, 162. — Seine Gestalt, 167. — Abhänge der Gebirge, 168. — Steiler an einer Seite, 169. — Gesetzmäfsigkeit in ihrer Steilheit 173. — Gipfel der Gebirge, 173. — Ihre Gestalt, 174. — Ihre Vertheilung, 177. — Gebirgspässe, ihre Beschaffenheit, 179. — Alpenpässe, Alpenstrafsen, 182. — Höhe der Alpenpässe, 187. — Höhenverhältnifs zwischen Kamm und Gipfel, 188.

Höhenmessungen, 192. — Resultate von älteren und neueren, 195.

Cordillerenkette und sonstige Gebirge in Amerika, nach Al. v. Humboldt's Schilderung, 198. — Himalaya-Gebirge, 213.

Grenze des ewigen Schnees, 218. — Saussure's Heliothermometer, 219. — Temperatur-Abnahme mit der Höhe, Ursache derselben, 220. — Mittlerer Werth derselben, 225. — Variationen derselben, 227. — Temperatur-Abnahme mit der Höhe bedingt die Höhe der Schneegrenze, 228. — Isothermen, 230. — Isotheren und Isochimenen, 232. — Land- und See-Klima, 233. — Deren Einfluss auf die Schneegrenze, 234. — Einfluss der Klimate und Hochflächen auf die Schneegrenze, 237. — Beispiel davon am Himalaya, 238. — Schneegrenze durch Gebirge selbst abgeändert, 240. — Schneegrenze auf isolirten Bergen, 241. — Schneegrenze, von Gestalt der Berge, von Winden und Witterungsverhältnissen abgeändert, 242. — Höhe der Schneegrenze im tropischen Amerika, 244. — In der nördlichen Halbkugel, 246. — Ob in den Polarregionen am Boden liegend, 250. — Schneeflecke in der Polarregion, 252. — Klima des antarktischen Amerika's, 254.

Lavinen, 255. — Staublavinen, 256. — Grundlavinen, 257. — Rutsch- und Gletscher-Lavinen, 258. — Verwüstungen im Vispacher- und Bagnethal, 259 u. 260.

Gletscher, 261. — Geburtsstätte derselben, 263. — Entstehungsweise, 264. — Beschaffenheit des Gletschereises, 265. — Firn und Firnlinie, 268. — Farbe des Gletschereises, 269. — Oberflächenbeschaffenheit und Vorkommen der Gletscher, 270. — Vorrücken der Gletscher, 272. — Eisgrotten, 276. — Gletscherwasser, 277. — Gletschergebläse, 278. — Einstürzen der Gletscherhöhlen, 279. — Gandecken oder Morainen, 280. — Eislöcher, 282. — Gletschertische, 285. — Gufferlinien, 286. — Auswerfen der Gletscher, 289. — Gletscher in Tyrol, 289. — in den Pyrenäen, 290. — in den skandinavischen Alpen, 293. — Eisberge in Spitzbergen und in der Eschholzbai, 294. — in der Baffinsbai, 296. — Schwimmende Eisberge, 297.

Einfluss der Erhebung der Gebirgsländer auf den Charakter ihrer Vegetation, 299. — Verdienste um die Pflanzengeographie von Tournefort, 301. — von Linné, 301. — von Humboldt, 303. — Pflanzengeographische Literatur, 304. — Verbreitung der hauptsächlichsten Vegetationsformen im Allgemeinen, 305. — Gebirgspflanzen, ihre Hauptkennzeichen, 308. — Pflanzenregionen, 310. — Wald- und Alpenregion, 314. — Unterabtheilungen derselben, 315. —

Pflanzenregionen in den Cordilleren, 316. — Heifse Region, 316. — Gemäfsigte Region, 320. — Kalte Region und deren Unterabtheilungen, 321. — Pflanzenregionen am Nordabhange der Alpen, 323. — Region der Ebene, 324. — Wald- oder Baumregion und deren Unterabtheilungen, 324. — Untere und obere Alpenregion, 327. — Vegetations-Charakter am Südabhange der Alpen, 328. — des nördlichen Italiens, 330. — des mittleren, 332. — des südlichen, 333. — von Sicilien, 336. — am Aetna, 340. — der kanarischen Inseln, 342. — Pflanzenregionen daselbst, 344. — Vegetations-Charakter von Deutschland, 350. — Verbreitung der Kastanie, 351. — des Weinstocks, 352. — des Wallnufsbaums, 355. — Einfluſs des Küsten- und des Kontinental-Klima auf die Flora eines Landes, 356. — Verbreitung von *Erica Tetralix* und *Ilex Aquifolium*, 358. — Milde des Klima im südlichen England, 360. — Verbreitung der Buche, 362. — Verbreitung der Eiche, 364. — Grenze der Fruchtgärten, 365. — Nordische Laubhölzer, 367. — Reichthum des Nordens an efsbaren Beeren, 370. — Pflanzenregion in den lappländischen Alpen, 372. — Vegetations-Charakter des südlichen Norwegens, 376. — Flora des Riesengebirges und der Karpaten, 378. — Vergleich zwischen den Floren von Lappland und der nördlichen Schweiz, 379. — Flora von Island und Spitzbergen, 385.

Von den Thälern, 387. — Eintheilung derselben in Haupt- und Nebenthäler, 388. — Eintheilung derselben in Längen- und Querthäler, 390. — Arten und Charakter der Längenthäler, 391. — Beispiele von Mulden- und Scheidethälern, 396. — von Spaltenthälern, 398. — Querthäler, ihr Charakter, 399. — Beispiele von ihnen, 401. — Seebecken in Querthälern, 403. — Seen in denselben, 404. — Grofse Tiefe der Schweizer Seen, 405. — Ausbildung der Quer- und Längenthäler, 406. — Beispiele davon am Thal des Rheins und der Rhone, 408. — des Inns und der Salzach, 409. — und anderer Flüsse, 411.

Ansichten über Thalbildung, 412. — Thäler nicht durch Wasser gebildet, 414. — nur verändert, 414. — Beispiele davon, 415. — Gabeln der Thäler, 416.

II. Hydrographie.

Einleitung, 422.

Von den Quellen, 423. — Ursprung derselben, 424. — Ansichten der Alten darüber, 426. — Mariotte's Quellentheorie, 428. — Sedileau's Einwürfe dagegen, 429. — Halley's Quellentheorie, 430. — Erster Einwurf gegen den atmosphärischen Ursprung der Quellen, 430. — Gegründet auf la Hire und Mariotte's Versuche, 433. — Widerlegung dieses Einwurfes durch Erfahrungen, 434. — Zweiter Einwurf gegen den atmosphärischen Ursprung, 437. — Seine Widerlegung, 438. — Unterirdische Destillation als Ursache der Quellen angesehen, 441. — Nur für vereinzelte Fälle richtig, 443. — Haarröhrchenkraft, als Ursache derselben betrachtet, 444. — sehr mit Unrecht, 445. — Auch Heberwirkung bei Erklärung der Quellen nicht zulässig, 446. — Woher die Quellen auf Berggipfeln, 448. — Oscillirende Quellen am Meeresstrande, 449. — Das Innere der Erde keine Wasserkugel, 450. — Regenmesser, 451. — Dalton's Bestimmung der Regen- und Thaumenge in England, 452. — Vergleich des aus der Atmosphäre niedergeschlagenen Wassers mit dem verdunstenden und ins Meer geführten, 454. — Plötzliches Austreten der Flüsse, kein Einwurf gegen den atmosphärischen Ur-

sprung der Quellen, 456. — Ursachen der grofsen Ueberschwemmungen im Jahre 1824, 458.

Bestandtheile des Quellwassers, 463. — Hartes und weiches Wasser, 465. — Mineralwässer, 466. — Saure Bestandtheile derselben, 466. — Erdige Bestandtheile, 468. — Alkalische Bestandtheile, 469. — Metallische Bestandtheile, 470. — Eintheilung der Heilquellen, 471. — Säuerlinge, ächte, alkalische und eisenhaltige, 472. — Salzquellen, 474. — Bitterwässer, 475. — Schwefelwässer, 476. — Anderweitige Mineralwässer: Salpeterquellen, 477. — Bergölquellen, 478. — Cementquellen, 479. — Inkrustirende Quellen, 480.

Ursprung der Bestandtheile der Mineralwässer, 483. — Auflösungstheorie, zunächst an Salzquellen bestätigt, 484. — Steinsalz in Süddeutschland erbohrt, 486. — Steinsalz in Frankreich, Norddeutschland und England, 488. — in der Schweiz, 490. — Fernere Bestätigung der Auflösungstheorie, 491. — Einwürfe gegen sie, 493. — Ob der Gehalt der Mineralquellen immer ganz unveränderlich sey? 494. — Ob die Mineralquellen das Innere der Erde merkbar aushöhlen? 499. — Ob Mineralwässer langsamer erkalten als andere Wässer? 503. — Woher die Heilkraft mancher Mineralwässer, 506. — Ursprung ihres Natrons, 507. — ihrer Kohlensäure, 509. — Heifse Mineralwässer sind vulkanischen Ursprungs, 510. — Auch die kalten Säuerlinge, 511. — Herkunft ihrer Kohlensäure, 513. — Künstliche Nachbildung der Säuerlinge, 515. — Entstehung der Bitterwässer, 516. — der Schwefelquellen, 517. — der Cementquellen, 518.

Temperatur der meisten Quellen von der des Bodens bedingt, 519. — Daher Quellentemperatur auch gewöhnlich Bodentemperatur, 522. — verschieden von mittlerer Lufttemperatur, 524. — Warum die Bodentemperatur nicht immer die mittlere Lufttemperatur, 526. — Schwankungen der Quellentemperatur, 527. — Temperatur der Salzquellen, 529.

Eintheilung der Quellen hinsichtlich ihres Fliefsens, gleichförmige und abwechselnde Quellen, 531. — Intermittirende oder aussetzende Quellen, Beispiele davon, 532. — Entstehung derselben, 534. — Heifse intermittirende Quellen, Geiser und Strock, 536. — Erklär. ders., 538.

Von den Flüssen, 539. — Inkonsequenzen bei Benennung vereinigter Flüsse, 540. — Flufsgebiete, Wasserscheiden, Trageplätze, 541. — Flufsbecken, Flufsnetz, 542. — Flufsnetz, Bedeutung für die Bodengestalt, 143. — Gebirge häufig nicht Wasserscheiden, Beispiele davon, 548. — Wasserscheiden ohne Gebirge, Beispiele, 551. — Gebirge durchbrochen von Flüssen, Beispiele davon, 556. — Entgegengesetzter Lauf zweier Flüsse in einem Thale; Gabeln, Bifurkation der Flüsse, Beispiele davon, 559. — Gröfse der hauptsächlichsten Stromgebiete, 566.

Beschaffenheit der Flufsbetten, 567. — Richtung derselben, 568. — Gestalt derselben, 573. — Lauf der Flüsse, seine Eintheilung, 574. — Oberer Lauf der Flüsse, seine Eigenthümlichkeiten, 575. — Mittlerer Lauf der Flüsse und sein Charakter, 581. — Unterer Lauf der Flüsse, 589. — Deltabildung, 591. — Nil-Delta, Bildung und Beschaffenheit, 593. — Ganges-Delta, 597. — Rhein-Delta, 598. — Negative Delta's, 599. — Haff-Bildung, 601. — Delta der Zuflüsse, 602. — Zwischenflufsland, 604.

Flufswasser, Beschaffenheit desselben, 605. — Mechanische Beimengungen desselben, 608. — Bewegung des Wassers in Flüssen, 611. — Periodisches Anschwellen der Flüsse, 612. — Periodisches Steigen des Nils, 615.

Vorwort.

Hinterlassene Schriften dem Druck zu überliefern, wenn sie ursprünglich nicht dazu bestimmt waren, wenn sie der sichtenden und bessernden Hand des Nachlassers entbehren mufsten, bedarf wohl immer einiger Rechtfertigung, und nirgends möchte vielleicht eine Bevorwortung weniger überflüssig seyn, als bei der Herausgabe früher gehaltener Vorlesungen. Die Anregung und Belehrung, welche mündliche Vorträge gewähren, entspringen nur zum Theil aus deren Inhalt: eben so viel und mehr oft noch wirken dabei die Lebendigkeit des Worts und der begeisternde Flufs der Rede, die in todten Buchstaben nicht wieder zu geben sind. Was gesprochen vielleicht zum Enthusiasmus

hinrifs, läfst geschrieben mitunter nur kalt und nüchtern.

Der Verewigte hatte einen entschiedenen Beruf zum akademischen Lehrer; er errang mit seinen Vorlesungen einen Beifall, der für die kurze Zeit seiner Wirksamkeit an hiesiger Universität aufserordentlich genannt werden mufs. Ohne Zweifel ist ein Theil dieses Erfolgs auf Rechnung der hervorstechenden Persönlichkeit und der angeborenen Rednergabe des Verewigten zu setzen; aber einen eben so grofsen Antheil daran hatte unverkennbar auch der Inhalt seiner Rede, die bei der Mannichfaltigkeit, Wichtigkeit und Allgemeinverständlichkeit der von ihr umfafsten Gegenstände, schon ohne allen äufseren Schmuck, nothwendig Interesse einflöfsen mufste.

Darum sprach sich denn auch, kurz nach dem beklagenswerthen Tode des Verewigten, in dem Kreise seiner ehemaligen Zuhörer mehrfach und lebhaft der Wunsch aus, seine Vorlesungen, so wie er selbst sie als Leitfaden für sich niedergeschrieben hatte, durch den Druck der Nachwelt aufbewahrt zu sehen.

Dieser Wunsch ist hier zur Erfüllung gebracht. Zwei Freunde, die dem Verewigten be-

sonders nahe standen, haben die Durchsicht der hinterlassenen Handschrift übernommen, und dasjenige von ihr ausgewählt, was ihnen der Veröffentlichung besonders werth erschien.

Der gegenwärtige erste Theil umfafst die Vorträge über physikalische Geographie; der bald folgende zweite Theil wird ebenso die Vorträge über die allgemeinsten Theile der Geognosie und insbesondere über die Vulkane enthalten.

Es kann nicht erwartet werden, dafs das, was in diesen beiden Theilen dem Publikum dargeboten wird, einen vollen Ersatz für die Vorlesungen gewähre; allein es steht fest zu hoffen, dafs es dem zahlreichen Kreise Derer, die einst Belehrung und Liebe zur Wissenschaft aus dem Munde des Verewigten entnahmen, eine angenehme und fruchtbringende Erinnerung an das Gehörte seyn werde. Ja selbst Die, welche sich nicht der belebenden Vorträge des Verewigten erfreuten, werden diesen seinen literarischen Nachlafs mit Nutzen in die Hand nehmen, und darin, ohne Anspruch auf die Strenge und Vollständigkeit eines Lehrbuchs, die wichtigsten Gegenstände aus der Physik unseres Erdballs auf eine anziehende und lehr-

reiche Weise auseinandergesetzt finden. Besonders wird dieſs der Fall seyn mit dem zweiten Theil, der specieller die Gegenstände umfaſst, deren Erforschung durch eigene Beobachtungen der Verewigte jahrelang die besten Kräfte seines Lebens gewidmet hat.

Berlin, im August 1837.

Friedrich Hoffmann,

sein Leben und Wirken.

Die Bekanntschaft mit den persönlichen Verhältnissen eines Schriftstellers erleichtert oft den Gebrauch seiner Werke, besonders wenn Unbefangenheit und Sorgfalt im Auffassen, und Treue im Darstellen von Thatsachen über ihren Werth entscheidet: naturwissenschaftliche Schriften sollten deshalb nicht leicht der Beglaubigung entbehren, welche die Kenntnifs der Persönlichkeit ihres Verfassers gewähren kann. Bei der Herausgabe des Nachlasses eines Verstorbenen tritt zu dieser Betrachtung noch der Wunsch, mit den Früchten seines Geistes auch Erinnerungen an die Naturgaben und Bildungsmittel aufzubewahren, welche sie erzeugten. Hiedurch möge nun entschuldigt werden, dafs Friedr. Hoffmann's nachgelassenen Schriften eine Darstellung der erheblichsten Umstände seines kurzen Lebens beigefügt wird; sie ist zum Theil wörtlich einem Nekrologe entnommen, womit Freundeshand sein Andenken nur zwanzig Tage nach seinem Tode ehrte (in No. 57 der Allgemeinen Preufs. Staatszeitung vom Jahre 1836).

Friedrich Hoffmann ward am 6. Junius 1797 auf der Pinnau, bei Welau in Ostpreufsen, geboren; dieser Geburtsort desselben enthält eine Vereinigung mannichfaltiger Mühlenwerke, welche damals unter der Auf-

sicht seines Vaters standen, der, aus Schlesien gebürtig, und auf Gymnasien und Universitäten wissenschaftlich gebildet, erst seit dem Jahre 1791 zu dieser Beschäftigung übergegangen war. Auch verliefs er dieselbe schon im Mai 1798 wieder, und zog nach Königsberg, wo er seit 1801 Anstellung im Staatsdienste fand, der ihn am Ende des Jahres 1809 endlich nach Berlin führte, woselbst er noch jetzt dem statistischen Büreau seit dessen Stiftung im Jahre 1810 als Direktor vorsteht. Es bedurfte dieser Angabe der Veränderungen des Wohnorts und der Beschäftigungen, welche den Vater betrafen, weil sie den wesentlichsten Einflufs auf die Bildung und die Schicksale des Sohnes hatten. Dieser genofs, seitdem er das schulfähige Alter erreicht hatte, bis er mit dem Vater Königsberg verliefs, des Unterrichts in den unteren und mittleren Klassen des *Collegii Fridericiani*. Sein Vater selbst lehrte von 1798 bis 1807 an dieser Anstalt, worin unter der Direktion des Konsistorialrath Waldt neben den alten Sprachen doch auch viele Zeit auf die sogenannten Realien verwendet wurde. Friedrich Hoffmann zeigte sehr früh eine grofse Leichtigkeit im Auffassen von Thatsachen und Begebenheiten, und im Wiedererzählen des Gehörten. Das Aufsuchen von Pflanzen und Insekten, deren Namen und Eigenschaften er durch den Schulunterricht, und wohl noch öfter zufällig durch den Vater erfuhr, schien ihn schon damals ernstlicher und anhaltender zu beschäftigen, als seine Mitschüler, die sich doch ziemlich allgemein auch dazu angeregt fühlten. Seit dem Anfange des Jahres 1809 besuchte Friedrich Hoffmann, nunmehr nach Berlin versetzt, das Friedrichs-Werdersche Gymnasium; die Wahl dieser Lehranstalt war zunächst dadurch entschieden worden, dafs die anderen Gymnasien Berlins allzu entfernt von der Wohnung des Vaters lagen; auch gehörte Friedrich Hoffmann nicht zu den besonders ausgezeichneten Schülern derselben. Die Neigung zum Aufsuchen und Beobach-

ten von Pflanzen und Thieren war nunmehr schon so überwiegend geworden, dafs sie den Sprachstudien, welche jetzt die Hauptbeschäftigung des Schülers seyn sollten, wesentlich Abbruch that; auch der Schulunterricht in der Mathematik brachte wenig Frucht; und erst spät ward diese fühlbar gewordene Lücke durch Freundeshülfe glücklich ausgefüllt. Ueberhaupt beschäftigte das rege Leben dieser Zeit mit seinem bunten Wechsel von Besorgnissen und Hoffnungen, und besonders auch mit seinen Turnübungen, damals lebhafte Knaben wohl nicht selten auf Kosten der wissenschaftlichen Ausbildung.

Im Februar 1813 folgte der zwei Jahre ältere Bruder Friedrich Hoffmann's dem königlichen Aufrufe, und begab sich nach Breslau zu den Kompagnien freiwilliger Jäger, welche damals gebildet wurden; er selbst blieb sehr ungern noch auf dem Gymnasium zurück, weil er das Lebensalter noch nicht erreicht hatte, welches der Aufruf zum Heere traf. Nach dem Uebergange der französischen Heere über die Elbe schien Berlin kein sicherer Aufenthalt für die oberen Staatsbehörden zu sein; auch Hoffmann's Vater erhielt Befehl, sich mit den Beamten des statistischen Büreaus nach Breslau zu begeben, wohin er auch seine Familie mitnahm. Kaum dort angelangt, bestimmte ihn ein neuer Befehl diese Stadt wieder zu verlassen, und er begab sich nun mit anderen Berliner Behörden nach Landsberg a. d. Warthe, seine Familie blieb jedoch vorerst in Breslau zurück, mit ihr auch Friedrich Hoffmann, der sich jedoch nun nicht länger abhalten liefs, auch in die Reihen der Freiwilligen zu treten. Obwohl nur eben erst sechszehnjährig, ward er auf seine Bitte doch in die Jäger-Kompagnie des zweiten Garde-Bataillons aufgenommen, worin auch sein älterer Bruder stand. Nach Kündigung des Waffenstillstandes war er mit dieser vor Dresden, bei Leipzig und in Frankfurt am Main. Hier verliefs ihn der ältere Bruder, der mit vielen seiner Kameraden

zum Offizier ernannt und zu den Truppen versetzt wurde, welche die Elbfestungen wieder einzunehmen bestimmt waren. Dagegen kam ihm unverhofft der Vater nahe: denn dieser hatte in der Mitte des Dezember 1813 den Auftrag erhalten, dem Staatskanzler nach Frankfurt und von da weiter zu folgen. So trafen Vater und Sohn erst zu Freiburg im Breisgau, und dann wieder in Basel zusammen, wo die Garden am 12. Januar 1814 den Rhein überschritten. Von dieser Zeit ab blieb der Vater dem Sohne stets so nahe, dafs Nachrichten von demselben ihn leicht und schnell erreichen konnten; so erfuhr er, dafs sein Sohn nach der Schlacht von Brienne von der Ruhr befallen in ein Lazareth gebracht werden sollte, und erbat sich die Erlaubnifs, ihn statt dessen zur Heilung zu sich zu nehmen. So wenig in dem unstäten Leben, welches damals geführt werden mufste, auch für den Kranken geschehen konnte, so reichte es doch hin, ihn bald vollständig wieder herzustellen. Ehe er jedoch wieder dienstfähig wurde, nahm der Krieg eine Wendung, welche seine Rückkehr zu der Kompagnie, der er angehörte, unmöglich machte. Während die Garden mit dem Hauptheere der Verbündeten sich gegen Paris wandten, unterbrach das französische Heer unter Napoleon's eigener Führung die Verbindung zwischen ihm und dem diplomatischen Hauptquartier, welches südwärts ausweichend bis nach Dijon zurückging. Hier erreichte dasselbe die Nachricht von dem Einzuge der Verbündeten in Paris, wohin auch bald den nach Dijon gezogenen Behörden der Weg geöffnet wurde. Bald nach der Ankunft in Paris erbat der Vater die Entlassung des Sohnes aus dem Kriegsdienste, die gern bewilligt wurde, da der Krieg jetzt beendigt schien. Friedrich Hoffmann blieb nun noch zwei Monate bei seinem Vater in Paris unter vielfach unterrichtenden und anregenden Verhältnissen, und eilte dann nach Berlin zurück, um die unterbrochenen Studien fortzusetzen. Zwar

Zwar schon als Schüler der ersten Klasse, aber bei weitem noch nicht reif für die Universität, hatte er im Mai 1813 das Gymnasium verlassen, aber es bestand bei seinem Vater und bei seinen Lehrern kein Zweifel darüber, dafs er dahin nicht wieder zurückkehren könne. Die Ereignisse seit den verflossenen nur dreizehn Monate hatten in solchem Maafse bildend auf seinen Geist gewirkt, dafs er den Unterrichtsformen der Schule gänzlich entwachsen erschien. Der Mangel einer vollständigen Gymnasial-Bildung wurde demnach vorerst soweit durch Privatunterricht ersetzt, dafs er mit dem Zeugnisse der Reife zur Universität übergehen konnte. Er wurde im Herbst 1814 unter die Medicin Studirenden aufgenommen. Dieses Fakultäts-Studium ward gewählt, weil es den Naturwissenschaften am nächsten liegt, und die Möglichkeit einer anständigen Stellung im Leben für den Fall darbot, dafs keine Aussicht sich eröffnen sollte, eine solche als Naturforscher zu gewinnen.

Der Krieg, welcher nach Napoleon's Rückkehr von Elba im Frühjahre 1815 von neuem begann, unterbrach jedoch Friedrich Hoffmann's medicinische Studien sehr bald wieder; er ward als Offizier in einem Landwehrregimente eingestellt, welches nur bis an die Weser vorrückte, da die schnelle Entscheidung, welche die wohlbenutzte Schlacht von Belle-Alliance herbeiführte, dessen Erscheinen auf dem Kriegsschauplatze unnöthig machte. Hoffmann konnte daher noch vor Ende des Jahres 1815 seine Entlassung aus dem Kriegsdienste erhalten, und sich nunmehr wieder ganz seinen Studien widmen, die er bis Ostern 1818 in Berlin fortsetzte.

Zu jener Zeit stieg der Wunsch in ihm auf, noch auf ein Jahr eine andere Universität, und namentlich Göttingen, zu besuchen. Wie zufällig und unerheblich auch die Veranlassung zu diesem Wunsche seyn mochte, so hatte die Erfüllung desselben doch einen sehr entscheidenden Einfluſs auf die Richtung, welche Hoffmann's

Studien seitdem nahmen. In der frühesten Zeit hatte wohl die Botanik ihn am meisten angezogen; mit den Fortschritten im Studium der Medicin schien eine Vorliebe für die Zoologie zu erwachen; aber in Göttingen begann sich beides in ihm einem allgemeineren Interesse unterzuordnen. In den Vorlesungen von Hausmann erwarb er nunmehr die ersten Begriffe von Mineralogie und Geognosie. Die grofsen Aussichten auf die Geschichte des Weltkörpers, den wir bewohnen, welche die Geognosie theils schon entdeckt hat, theils noch zu eröffnen verspricht, erfüllten seitdem Hoffmann's lebhaften Geist; alle naturwissenschaftlichen Forschungen bezog er auf dieselben, und das Interesse an ihnen ist seitdem nie aus seiner Seele gewichen. Eine Unterbrechung der akademischen Vorträge im Sommer 1818, durch damals in Göttingen entstandene Unruhen, ward dieser Wendung seiner Studien viel mehr günstig als hinderlich, indem sie Mufse gewährte, in der Natur auf dem Harze selbstthätig Beweise für die eben empfangenen Belehrungen, oder auch Veranlassungen zu Zweifeln gegen dieselben aufzusuchen. Das folgende Winter-Halbjahr verwandte Hoffmann hauptsächlich zur förmlichen Vollendung des medicinischen Studiums mit Einschlufs der Promotion nach abgeleisteter Prüfung.

Als er hierauf zu Anfange des April 1819 lebensfroh und schwankend zwischen mannigfaltigen Entwürfen für seine nächste Zukunft in das väterliche Haus zurückkehrte, fand er dasselbe ganz unerwartet in tiefer Trauer. Seine geliebte Mutter war am Tage vorher begraben worden; er hatte nicht einmal Nachricht erhalten können, dafs sie krank wäre, so schnell war hier der Uebergang von anscheinend voller Gesundheit zum Tode gewesen. Dieses traurige Ereignifs bestimmte ihn vorerst, zum Troste des tief erschütterten Vaters, in Berlin zu bleiben. Er fand daselbst für seine Studien die reichen Hülfsmittel der öffentlichen Anstalten, den Umgang mit jugendli-

chen Freunden, welche die gleiche Neigung für die Naturwissenschaften vereinigte, und eine unbefangene und unbeschränkte Mufse womit er nunmehr eine geregeltere Beschäftigung mit der Mineralogie unter Anleitung des verdienten Professor Weifs begann. Rastlos vor Allem nach Klarheit in den Begriffen und Zuverlässigkeit in seinen Kenntnissen strebend, genügte ihm jedoch keinesweges nur das Auffassen des von Andern Gefundenen, nur das Anschauen des von Andern Gesammelten; sehnsüchtig ergriff er jede Gelegenheit, selbst zu sehen und selbst aufzufinden; die Hülfsmittel zu seinen Forschungen mufsten wo möglich sein Eigenthum werden, das er nicht nur gebrauchen, sondern selbst verbrauchen konnte. Schon in Göttingen hatte er eine Mineralien-Sammlung zusammengebracht, welche mehr enthielt, als die Verhältnisse eines Anfängers, die Kürze der Zeit und die Beschränktheit seiner Mittel nur irgend erwarten liefsen.

Je mehr er in Berlin an Kenntnissen fortschritt, desto heftiger entbrannte die Sehnsucht nach einem Felde für eigene Beobachtungen, welches fruchtbarer für sein Studium wäre, als die Ebenen der Mark. Da vorerst die Mittel zu einer weiteren Reise nicht zu erlangen waren, so richtete er im Sommer 1820 seinen Weg wieder nach dem nächsten Gebirge, dem Harz, ohne einen speciellen Zweck im Auge zu haben. Indefs hatte er kaum die Elbe überschritten, und das hügelige Vorland zwischen Magdeburg und Helmstädt etwas durchstreift, als auch seine Untersuchungen sogleich eine bestimmte und fruchtbare Richtung bekamen. Ueberrascht von dem Anblick des zahlreichen Wechsels der hier vorkommenden Gebirgsarten, verbunden mit den wunderbaren Erscheinungen des Parallelismus der Streichungslinien und der Schichtenstellung, über welche man damals noch nicht die späteren so merkwürdigen Aufschlüsse besafs, ergriff ihn der Gedanke, dafs das Studium der bis dahin

in Deutschland noch sehr vernachlässigten jüngeren Gebirgsarten, ihrer geographischen Verbreitung im nordwestlichen Theile unseres Vaterlandes, und ihres Zusammenhanges mit den ähnlichen Formationen in England eine grofse Lücke in der Wissenschaft ausfüllen werde. Dieser Gedanke wurde der Keim zu allen seinen späteren Untersuchungen auf diesem Felde, und er verfolgte ihn unablässig acht Jahre lang mit allen ihm zu Gebote stehenden, äufserlich immer nur sehr mäfsigen Kräften. Gewifs ist es ein sprechender Zug seines ächt wissenschaftchen Charakters, dafs er, bei aller Feurigkeit seiner jugendlichen Begeisterung, nicht blofs den auffallenden und wichtigen Erscheinungen nachging, sondern selbst bei dem Unscheinbaren verweilend, nicht eher ruhen konnte, als bis alle Verhältnisse zu seiner Befriedigung aufgeklärt waren. Er fühlte, dafs es verdienstlich sey, sich längere Zeit ganz der speciellen geognostischen Erforschung eines bis dahin wenig bekannten Theiles des Vaterlandes zu widmen, und besuchte deshalb im folgenden Jahre zuerst die Wesergegenden und die zwischen ihnen und der Vorderspitze des Harzes liegenden Landstriche. In steter Absicht, eine möglichst vollendete Karte von der Verbreitung der Gebirgsarten zu liefern, und so auch die vereinzelt in diesem Lande wohnenden, an ihren Wohnort gefesselten Beobachter in den Stand zu setzen, die Verhältnisse ihrer Gegenden mit den entfernteren in Verbindung zu setzen, folgte er beharrlich den Gesteins-Grenzen, und wendete fürerst auf den inneren Bau der Formationen nur eine untergeordnete Aufmerksamkeit. Um nirgend den Zusammenhang, selbst der scheinbar unbedeutendsten Gebirgsverhältnisse zu verlieren, verband er im Jahre 1822 seine Beobachtungen in den Wesergegenden mit jenen des ersten Jahres; auch machte er einen Ausflug nach den isolirt aus der grofsen norddeutschen Ebene auftauchenden Gypsbergen von Lüneburg und Segeberg, ja selbst nach der in mancher Be-

ziehung so merkwürdigen Insel Helgoland, deren geognostische Verhältnisse vor ihm fast ganz unbekannt waren. Im folgenden Jahre wandte er sich in die Gegenden südwestwärts vom Harz, und entwarf eine Karte von den Westgrenzen der Hochfläche von Thüringen, dem Riegelsdorfer Kupferschiefergebirge und den Umgebungen des Meifsners.

Inzwischen hatten seine Untersuchungen in dem Hügellande nordwärts des Harzes den Kennerblick Leopold von Buch's auf sich gezogen, und es darf wohl als ein ehrenvolles Zeugnifs für die Gediegenheit dieser freilich noch mit manchen naturphilosophischen Ideen untermischten Erstlings-Arbeit nicht verschwiegen werden, dafs man ihre Herausgabe in einer besonderen Schrift wesentlich der Aufforderung und der Vermittelung des grofsen Geologen verdankt.

Das Königliche Ministerium, welchem die Leitung des Unterrichts in den preufsischen Staaten anvertraut ist, war inzwischen auch auf den Erfolg der Forschungen Friedrich Hoffmann's, die selbst den Beifall Alexander v. Humboldt's erworben hatten, aufmerksam geworden, und veranlafste, dafs er sich in Halle als Privat-Docent habilitirte. Der Kreis seiner Zuhörer konnte dort anfänglich nur sehr klein seyn, da nur wenige Studirende Mufse genug haben, sich auf Erwerbung von Kenntnissen einzulassen, wozu selten ein äufserer Beruf antreibt, wenn auch der innere vielleicht nicht mangelt; indessen erweiterte sich dieser Kreis doch allmälig, und ward in hohem Grade belebt durch die Anhänglichkeit und den Eifer der Zuhörer. Diesen Erfolgen verdankte Hoffmann seine Ernennung zum aufserordentlichen Professor an der Universität zu Halle.

Gleichzeitig aber blieb, neben der Erfüllung seiner Pflichten als Lehrer, die Untersuchung der geognostischen Verhältnisse des westlichen Norddeutschlands die Aufgabe seines wissenschaftlichen Lebens in jener Zeit. Jährlich

wurden die grofsen Sommerferien benutzt, um den Boden dieses Landes genauer zu durchforschen; das Feld der Beobachtungen ward zugleich an innerem Gehalt und äufserem Umfang erweitert. Hoffmann dehnte dasselbe westwärts bis an das Rheinische Schiefergebirge aus (1824), durchforschte die nordwestlichen Verzweigungen des deutschen Hügellandes von Münster und Bentheim (1825), untersuchte darauf das Erz- und Fichtelgebirge (1826), endlich die Gegenden zwischen dem Harz und Thüringer Walde (1827). So war denn nach 8 Jahren methodischer Forschung der Kreis zusammenhängender Beobachtungen geschlossen. Von Jahr zu Jahr hatte er bereits das Gefundene in Karten eingetragen, diese bedurften jetzt einer Erklärung, und der ganze Schatz mufste der Wissenschaft als Gemeingut übergeben werden.

Durch die Anerkennung seiner Leistungen von Seiten des Königlichen Ministeriums, wurde ihm die Mufse, in Berlin von 1827—1829 endlich sein grofses Werk zusammen zu fassen: „Uebersicht der orographischen und geognostischen Verhältnisse vom nordwestlichen Deutschland“ (Leipzig 1830, mit einem geognostischen Atlas). Der Raum, worüber sich diese Untersuchungen erstrecken, beträgt nicht weniger als 650 geographische Quadratmeilen; und ein Blick auf die schöne Uebersichts-Karte zeigt eine merkwürdige Verwickelung von höchst schwierigen Verhältnissen. Nur mit unermüdlichem Fleifs und in völliger Hingebung an die Sache, konnte ein Einziger in so kurzer Zeit diese so viel umfassende Arbeit zu Stande bringen. Sie beruht auf einer solchen Anzahl einzelner Beobachtungen, wie sie nur mit dieser eisernen Beharrlichkeit und unermüdlichen Treue gemacht werden konnte. Aber die Masse der Einzelnheiten erdrückte bei Hoffmann den freien geistigen Ueberblick nicht; mit lichtvoller Ordnung stellte er die Oberflächengestalt (nach mehr als 2000 Höhenmessungen) und die verworrensten geognostischen

Verhältnisse des vielgestalteten Landes zusammenhängend und übersichtlich dar, überall mit klarer Beziehung auf die allgemeine Lehre der Erdbildung, und nicht ohne bedeutende Förderung derselben. Werner hatte nur die Thüringer Flötzschichten in sein System aufgenommen, an einer vollständigen Kenntnifs der norddeutschen Flötzbildung fehlte noch viel. Hoffmann näherte sich derselben bedeutend; nicht nur die Zahl der Schichten hatte sich ihm fast verdoppelt, sie erhielten jetzt auch erst ihre genaue Bestimmung gegen einander; eine Vergleichung mit den Flötzschichten anderer Gegenden und Länder wurde jetzt erst möglich gemacht. Wir danken seinem geistreichen rastlosen Fleifs die genauere Kenntnifs eines beträchtlichen Theiles unseres Vaterlandes, und zugleich ein Muster, wie dieselbe weiter gefördert werden sollte. Hätte er nichts mehr geleistet, als diefs, so müfste seinem Namen ein ehrendes Andenken gesichert seyn, so lange die Nation auf die Kenntnifs ihres Landes, und die Wissenschaft auf die genaue Kunde eines Theiles der Erdoberfläche Werth legen wird.

Das Eingesammelte wurde jedoch in diesem Werke nicht erschöpft; es war genug an den genauesten Aufzeichnungen einzelner wichtiger Beobachtungen vorhanden, um einen zweiten Band folgen zu lassen; allein hierzu fehlte dem rüstig Fortstrebenden nunmehr die Geduld. Forschen, selbst das mühsamste, war ihm eine Lust, aber zu schreiben und auszuarbeiten war ihm lästig. Er sehnte sich nach einem anderen Felde der Untersuchung, nach einer neuen Aufgabe für seine wachsenden Kräfte.

Das Studium der Vulkane ist in neuerer Zeit von höchster Wichtigkeit geworden; seit nämlich der Vulkanismus über den früheren, zumal in Deutschland geltenden Neptunismus den Sieg davon getragen, und sich die Ansicht festgestellt hat, dafs die körnigen krystallinischen Gebirgsarten, die früher sogenannten Urgebirge, Erzeugungen eines feurigen Flusses seyen, übereinstimmend

mit den Laven der Vulkane; ja dafs sie nur eben hervorbrechend aus Spalten der Erdrinde, zugleich auch diejenigen Störungen und Erhebungen in den Flötzschichten hervorgebracht haben, die ohne diese Annahme unerklärlich seyn würden. Auf diesem Felde hatte Leopold v. Buch sich bereits einen unvergänglichen Namen erworben; Hoffmann mufste wenigstens wünschen, diese nunmehr so wichtigen vulkanischen Erscheinungen auch mit eigenen Augen kennen zu lernen. Durch die wohlwollende Unterstützung des Königlichen Ministeriums wurden ihm die Mittel zu einer wissenschaftlichen Reise nach Italien, mit Einschlufs Siciliens, und der nöthige Urlaub dazu gewährt; die Dauer dieser Reise war anfangs auf zwei Jahre beschränkt, sie verlängerte sich indefs bis auf viertehalb Jahre. Zu Ende des Oktober 1829 verliefs er Berlin, und kehrte erst im März 1833 dahin wieder zurück.

Friedrich Hoffmann legte den Plan zu seiner Reise mit grofser Bedachtsamkeit und so umfassend an, wie seine Hülfsmittel es nur irgend gestatteten. Es galt ihm, im vollen Besitze der Landessprache, möglichst ausgebreiteter Vorkenntnisse, guter Instrumente und vollwichtiger Empfehlungen den vulkanischen Boden zu betreten. Dazu genügten ihm die Vorbereitungen nicht, die er in Berlin hatte machen können. Er wandte sich daher zunächst nach Wien, wo er fast ein Vierteljahr, bis in die letzte Hälfte des Januar 1830, blieb. Dieser verlängerte Aufenthalt in der mit Italien so nahe verbundenen Kaiserstadt ward für ihn eine sehr reichhaltige Quelle, nicht nur von Sach- und Sprachkenntnissen, sondern auch von sehr förderlichen Bekanntschaften; selbst Seine Kaiserliche Hoheit der Erzherzog Johann unterstützte die Zwecke seine Reise mit den werthvollsten Empfehlungen. Der Winter von 1829 zu 1830 war einer der kältesten und schneereichsten seit 1788 zu 1789;

er traf besonders den Süden von Europa hart, und H., welcher über Triest und Venedig in Italien eintrat, fand den vollen Lenz des Südens erst, als er von den Apenninen in das Arnothal herabstieg. Seine gewinnende Persönlichkeit erleichterte überall den Erfolg seiner vollwichtigen Empfehlungen. In Florenz gewann er dadurch die Möglichkeit, die Maremma und die merkwürdige Insel Elba unter sehr ortskundiger Begleitung mit voller Muſse zu untersuchen. Ein längerer Aufenthalt in Siena, bis tief in den April, wurde benutzt, seine Beobachtungen in der ersten Frische des Eindruckes, und unter Umgebungen, welche jede Ergänzung derselben erleichterten, aufzuzeichnen. Erst in der Mitte des April konnte er sich von Siena trennen; aber auch der Weg von da nach Rom bot so viele Veranlassungen zu belehrenden Untersuchungen dar, daſs er erst im Mai diese Weltstadt erreichte. Es fordert so Vieles auf, den Boden dieser Stadt selbst und ihrer Umgebungen, dieses geschichtlich ewig denkwürdige Feld sorgfältig zu untersuchen, daſs auch H. darin zwei Monate lang volle Beschäftigung fand. Gleichzeitig leiteten die Ausflüge in das benachbarte Gebirge auf den Gedanken, den geraden Weg von Rom nach Neapel, längs dem Meere, zu verlassen, und tiefer in das Innere des Landes eindringend, durch die Abruzzen zu gehen. Die Reise war mannichfaltig lohnend, aber verzögernd für den Hauptzweck, den klassischen Boden der Vulkane zeitig zu erreichen; erst im August, dem zehnten Monate nach der Abreise aus Berlin, gelangte er endlich nach Neapel. Lebhaft erkennend, wie weit der Aetna an Fruchtbarkeit für seine Zwecke den Vesuv überwiege, beschränkte er sich jetzt auf eine vorläufige Uebersicht der vulkanischen Umgebungen Neapels, und eilte vielmehr, um Catania noch in einer Jahreszeit zu erreichen, wo der Aetna bestiegen werden kann. Er schiffte demnach mit drei befreundeten Reisegefährten im September von Neapel

nach Messina, und verwandte nun den ganzen Rest des Jahres 1830, um zuerst das Küstenland zwischen Messina und Catania zu untersuchen, dann den Aetna wiederholt zu besteigen, das weite Feld seiner Abhänge nach allen Richtungen zu durchkreuzen, und mit ungeheuerer Anstrengung die unwegsamsten Schluchten und Abgründe durchforschend, sich eine genugthuende Kenntnifs von den eigenthümlichen Verhältnissen dieses mächtigen Vulkans zu verschaffen, dessen einzelne Auswürfe bei früheren Ausbrüchen den ganzen Vesuv an Umfang übertreffen. Vor Weihnachten bis in die Mitte des Februar 1831, verhinderten heftige Regengüsse jeden weiteren Ausflug aus Catania; aber diese Mufse war auch nöthig, um die grofse Masse der Beobachtungen zu ordnen, und die gemachten Sammlungen zur Versendung zu fördern. Nach dem Eintritte des besseren Wetters begann die Aufnahme einer geognostischen Karte von Sicilien in seiner ganzen Ausdehnung; dieses grofse, mit unermüdlicher Sorgfalt und Beharrlichkeit durchgeführte Werk erforderte einen Zeitraum von mehr als zehn Monaten; Catania und mehr noch Palermo, dienten dabei als Ruhepunkte zum Ordnen der Beobachtungen und Sammlungen. H. hatte auch hier fördernder Theilnahme ausgezeichneter Beschützer und Gönner sich zu erfreuen. Ein merkwürdiger Zwischenakt in diesen weitläuftigen Arbeiten entstand durch das unvermuthete Hervorbrechen eines neuen Vulkans, der sich zu Anfange des Julius 1831 aus dem Meeresgrunde über fünf geographische Meilen von dem nächsten Punkte der Südwestküste Siciliens erhob. Sein Auswurf bildete einen Berg von losen aufgehäuften kleinen Schlackenstücken, Asche und Sand, der, mit einem Durchmesser von ohngefähr 800 Fufs, etwa 60 Fufs über die Meeresfläche aufstieg. H. eilte auf die erste Kunde, die er von dieser seltenen Erscheinung erhielt, nach Sciacca, der nächstbelegenen Stadt am Meeresufer, und näherte sich am 24sten Juli mit seinen Reisegefährten in einem

leichten Fahrzeuge dem neuen Vulkan so sehr, wie es die schnell auf einander folgenden Auswürfe desselben nur irgend gestatteten; Sicilien selbst erhielt die erste genaue Beschreibung dieses Naturereignisses durch ihn. Der Ausflug in das Meer, zwischen Sicilien und Afrika, den diese Begebenheit veranlafste, wurde bis Pantellaria, näher gegen die afrikanische Küste hin belegen, ausgedehnt, und auch diese kleine ganz vulkanische Insel sorgfältig aufgenommen. Am 25sten September besuchte Hoffmann mit seinen Gefährten zum zweitenmal den neuen Vulkan; derselbe war inzwischen schon erloschen, und sein Auswurf konnte nun ganz in der Nähe untersucht werden. Stürme und Wellen arbeiteten bereits an der Zerstörung der neu entstandenen Insel, und im nächsten Winter verschwand sie ganz von der Oberfläche des Meeres. Friedrich Hoffmann's geognostische Arbeiten in Sicilien endigten um Weihnachten mit einer Beschiffung der liparischen Inseln, wo widrige Winde ihn bis in den Januar 1832 festhielten. Endlich kehrte er nach einem Aufenthalte auf Sicilien von siebzehn Monaten im Februar 1832 aus Messina nach Neapel zurück.

Eben zur rechten Zeit kam er dahin, um einen Ausbruch des Vesuv ganz in der Nähe zu beobachten, dessen Lava am 22sten Februar 1832 zu fliefsen begann. Es fügte sich so glücklich, dafs dieser Ausbruch zwar einerseits ansehnlich genug wurde, um einen anschaulichen Bericht von solchen Erscheinungen zu gewähren, aber doch immer so mäfsig blieb, dafs eine Beobachtung in der unmittelbarsten Nähe, wenn auch nicht gefahrlos, doch wenigstens nicht allzu gewagt erschien. Das Interesse, womit H. den wunderbaren, in so vieler Beziehung klassischen Boden Unteritaliens betrachtete, war unendlich erhöht worden durch die Kenntnisse, womit die so weit ausgedehnten Untersuchungen in Sicilien ihn bereichert hatten. Sehnsüchtig blickte er nach Calabrien, und selbst nach den griechischen Inseln hinüber, wohin so Vie-

les ihn einlud, und die neuerworbenen Bekanntschaften ihm die anlockendsten Wege eröffneten. Nur die unvermeidliche Nothwendigkeit, endlich in seine amtliche Stellung im Vaterlande wieder zurückzukehren, konnte ihn zwingen, seiner so höchst genufsreichen Reise bei den Ruinen von Pästum ein Ziel zu setzen. Als er sich endlich mit schwerem Herzen im August von Neapel losrifs, verglich er die Flamme des Vesuv mit dem feuriden Schwerte des Engels, der das erste Menschenpaar aus dem Paradiese verwies.

Er wandte sich von Neapel zu Schiffe nach Livorno. Die huldreiche Aufnahme, welche ihm Se. Kaiserl. Hoheit, der Grofsherzog von Toskana, wiederfahren liefs, und mannigfache Belehrungen, welche seine zahlreichen Bekanntschaften in Florenz, Siena und Pisa ihm verschafften, verzögerten auch hier seine Abreise bis in den Oktober. Auch dann noch blieb es ihm unmöglich, so nahe an den merkwürdigen Marmorbrüchen von Carrara vorüber zu reisen, ohne auch diese mit gewohnter Sorgfalt zu durchsuchen. So fand der Winter ihn noch in Oberitalien, und nur erst durch denselben an weiteren Forschungen gehindert, zog er um Neujahr 1833 über den hochbeschneiten St. Gotthardt, und erreichte in dem gastlichen Hause seines treuen Reisegefährten zu Zürich den ersten Ruhepunkt diesseits der Alpen.

Friedrich Hoffmann war von der Natur nicht nur mit ausgezeichneten Geistesgaben, sondern auch mit einem starken Körper ausgerüstet worden, welchen der frühe, glücklich bestandene Feldzug für grofse Anstrengungen zeitig abgehärtet hatte. Schon auf seinen Wanderungen in Norddeutschland hatte seine Unersättlichkeit im Durchsuchen, auch des unwegsamsten Bodens, dieser grofsen Körperkraft doch zuweilen schon zu viel geboten. Er hatte gefährliche Fälle gethan, wovon dauernde Uebel zurückblieben, und klagte in Stunden des Mifsmuths schon vor seiner Abreise nach Italien, dafs ihn die

Kräfte zu verlassen anfingen, eben in dem glücklichen Augenblicke, wo er ihrer so besonders bedürfe. Belebt durch die neuen Aussichten und Genüsse, welche die italienische Reise ihm eröffnete, hielt der Geist den Körper wunderbar aufrecht. Das Bedürfnifs, überall mit eigenen Augen zu sehen, liefs ihn keine Anstrengung scheuen, womit diese eigene Anschauung meistens erkauft werden mufste. Obwohl sein körperlicher Zustand schon in Sicilien bedenklicher wurde, gönnte er sich dennoch keine Ruhe. Der Uebergang aus dem heifsen Süden in den kühlen Norden bleibt selbst im Sommer empfindlich; er ward es noch mehr, da zugleich dem Norden, und im Winter, entgegen gereist wurde. Der Uebergang über die Alpen, in den ersten Tagen des Januar, vollendete die Erschöpfung. H. kam in einem Zustande fast völliger Abspannung nach Zürich. Es glückte der liebreichsten Aufnahme und theilnehmendsten Pflege, ihn noch einmal so weit zu kräftigen, dafs er über Heidelberg und Frankfurt gemächlich reisend, noch vor dem Ende des März 1833 Berlin wieder erreichen konnte.

Hier angelangt, schien es ihm keinen Augenblick zweifelhaft, dafs die geregelte Lebensweise eines akademischen Docenten, und das Enthalten von grofsen körperlichen Anstrengungen vollkommen hinreichen würden, seine Gesundheit vollständig wiederum zu erlangen. Er war bis dahin als aufserordentlicher Professer an der Universität zu Halle angestellt geblieben, und nur für wissenschaftliche Zwecke bisher beurlaubt gewesen. Die reicheren Hülfsmittel für seine Studien, welche Bibliotheken, Sammlungen, und vor allem Umgang in Berlin darboten, und die gröfsere Wirksamkeit als akademischer Lehrer, der er hier entgegensehen durfte, bestimmten ihn zu dem Ansuchen um Versetzung an die Universität dieser Hauptstadt. Dieses ward, wiewohl nicht ohne Schwierigkeit, erfüllt, und Friedrich Hoffmann war dadurch, und durch die merkliche Besserung seiner Gesundheit,

während des Sommers 1833 in den Stand gesetzt, seine Vorlesungen in Berlin mit dem Winterhalbjahre 1833 zu 1834 anzufangen. Es lebte diesen so ganz, dafs sie seine ganze Zeit und seine ganze Kraft in Anspruch nahmen; alle Anregungen, welche der Zustand der Wissenschaft selbst enthielt, alle Mahnungen seiner Freunde, vermochten nicht ihn zu einer Theilung seiner Zeit und Kraft zu bewegen, welche die Möglichkeit gelassen hätte, neben der Erfüllung seiner Pflichten als Lehrer auch als Schriftsteller wieder hervorzutreten, und namentlich die Früchte seines Aufenthaltes in Italien für einen weiteren Kreis, als den seiner Zuhörer, nutzbar zu machen. So sehr er die Nothwendigkeit einer solchen Veröffentlichung des mit so viel Aufwand Errungenen fühlte, so behauptete doch das Bedürfnifs seiner Zuhörer ein Näherrecht, das jede andere Anforderung vorerst auf eine Zukunft verwies, welche ihm leider versagt blieb. Aber der Erfolg dieser Vorlesungen war auch ausgezeichnet; es war seine Liebe für die Wissenschaft, die Klarheit und Anschaulichkeit aller seiner Vorstellungen, und die Wärme einer natürlichen Beredsamkeit, was seine Zuhörer in solchem Maafse für ihn gewann. Wie ein nie versiegender Strom flofs die Rede von seinem Munde; ungesucht stand ihm eine Fülle treffenden Ausdrucks zu Gebote; man sah ihm die Lust und Freude an, die es ihm machte, die Aufschlüsse seiner grofsartigen Wissenschaft zu überliefern, und darum erworbene Verdienste anzuerkennen. In seiner Hand belebte sich Alles, überall fesselte er durch den Reichthum des auserlesensten Materials, und durch den klaren geistigen Zusammenhang. Er erwarb für seine Wissenschaft unter den Studirenden eine ungewöhnliche Theilnahme, seine Begeisterung rifs die Zuhörer mit sich fort. Ueberdiefs stand ihnen seine Wohnung offen, er opferte ihnen fast seine ganze Zeit, und wo er Lust zur Sache fand, liefs er nicht ab, junge Kräfte für die Wissenschaft zu gewinnen; so kurz

seine Wirksamkeit war, so werden doch sicherlich nach Jahren gereifte Früchte davon sichtbar werden. Hoffmann's akademische Thätigkeit in Berlin umfafst nur vier Semester; er las in den beiden Wintern physikalische Geographie, und über Vulkane und Erdbeben, in den beiden Sommern Geognosie, daneben über Versteinerungen und Hydrographie. Sein tief durchdachter Plan war, sich weiterhin auszudehnen auf allgemeine Naturgeschichte, um mit den auf einander folgenden Epochen, welche die Bildungs-Geschichte unseres Erdkörpers bezeichnen, die entsprechenden auf einander folgenden Generationen der Pflanzen- und Thierwelt zu verbinden, und von den urweltlichen Geschöpfen überzugehen zu denen des gegenwärtigen Zeitalters.

Die scheinbaren Anzeichen einer fortschreitenden Besserung seines körperlichen Zustandes liefsen ihn leider übersehen, wie viel er noch in dieser Rücksicht zu schonen habe. Er versprach sich besonders viel Nutzen für seine Zuhörer von geognostischen Exkursionen, die er alljährlich machen wollte, einmal in den Harz, das anderemal ins Erzgebirge. Die Wanderung in den Harz sollte die Reihe derselben eröffnen; sie war schon ganz bestimmt festgesetzt für den August 1835; Hoffmann fühlte sich zwar schon im Frühjahre desselben Jahres unwohl, aber er hielt diese Empfindung nur für eine Folge des Mangels an einer so starken Bewegung, als er auf seinen Wanderungen und Reisen seit vielen Jahren gewohnt gewesen war, und sehnte sich nur um so mehr nach einem weiteren Gange in die Gebirge. Mit diesem Gefühle des Uebelbefindens, und dieser Sehnsucht nach dem vermeinten Heilmittel, ging er während der Pfingstferien allein in den Harz, um den Weg zu erforschen, der am lehrreichsten wäre; eine Karte, welche seinen künftigen Begleitern das Verständnifs erleichtern sollte, war bereits gestochen; aber die Exkursion unterblieb. Die Pfingstwoche des Jahres 1835 zeichnete sich

durch grofse Hitze in dem übrigens kühlen Sommer aus; Hoffmann, sonst gewohnt, sich grofse Tagewerke bei seinen Fufsreisen aufzulegen, glaubte sich auch jetzt noch im Besitze der Kraft dazu, und kehrte durch übermäfsige Anstrengung bei grofser Hitze höchst ermattet und mifsvergnügt über diesen sich aufdringenden Beweis der Abnahme seiner körperlichen Kraft nach Berlin zurück. Seit dieser letzten Anstrengung schwanden seine Kräfte sichtlich schneller; eine Heiserkeit, die sich schon im Winter vorher bemerklich gemacht hatte, wuchs nun immer mehr, und mit der Bitterkeit vereitelter Hoffnungen gestand er sich selbst die dringende Nothwendigkeit, zum Schlusse seiner Sommervorlesungen zu eilen, die beabsichtigte Exkursion aufzugeben, und dagegen noch einen Kurort zu besuchen, wozu von seinen ärztlichen Freunden Ems gewählt wurde. Die Herbstwitterung war einer Brunnenkur nicht mehr günstig; auch war wohl überhaupt der innere Schaden schon zu mächtig geworden, um solchen Heilmitteln zu weichen. Sehr ermattet und sichtlich kränker, als er Berlin verlassen hatte, kehrte er nun dahin zurück. Noch immer lebte in ihm der Glaube, dafs Ruhe, strenge Diät und Enthalten von aller anstrengenden Geistesarbeit seine Kräfte wiederherstellen müfsten; und dieser Glaube verliefs ihn nicht, auch als er täglich schwächer, sich auf das Zimmer einschränkend, das Lager auf dem Sopha immer seltener verlassend und endlich bettlägrig werden mufste. Er hielt diese Anzeichen einer zwar zögernd, aber unaufhaltsam herannahenden Auflösung nur für Folgen der ungünstigen Jahreszeit, und entwarf bereits Pläne, wie er bei der Rückkehr der besseren Witterung in einer stillen Sommerwohnung auch die Rückkehr seiner Kraft abwarten, und in der Mufse dabei die Beschreibung seiner italienischen Reise ausarbeiten wollte.

Wie bedenklich sein Zustand sey, hatten indefs seine Freunde schon seit der Mitte des Sommers 1835 sich nicht

nicht verhehlen können; ihre Hoffnungen, dafs es dem starken Geiste doch noch gelingen würde, den Körper aufrecht zu erhalten, verminderten sich mit jedem Tage, und mit dem Neujahre 1836 mufsten sie endlich den Glauben an seine Erhaltung gänzlich aufgeben. Er fand eine weit verbreitete Theilnahme bis in die höchsten Regionen des öffentlichen Lebens. Sein Geist blieb heiter und frei, auch als seine Stimme beinahe unvernehmbar geworden war. Gänzlich abgezehrt entschlief er endlich sanft am Abende des 6ten Februar 1836, in den Armen seines jüngeren, sehr geliebten Bruders, der ihn seit den letzten drei Wochen nicht mehr verlassen hatte. Die Oeffnung seines Leichnams ergab nun, wie stark die Natur gewesen seyn müsse, die so spät einer gänzlichen Zerstörung der edelsten inneren Organe erlegen hatte. Eine zahlreiche Begleitung geachteter Männer und trauernder Zuhörer begleitete am Morgen des 10ten Februar seinen Leichnam auf den schönen neuen Dreifaltigkeits-Kirchhof, wo ein eisernes Kreuz sein Grab bezeichnet.

Friedrich Hoffmann's Persönlichkeit war eine bedeutende. Seine sprechenden Gesichtszüge sind in einer sehr gelungenen Büste von der Meisterhand Ludwig Wichmann's aufbewahrt. Sein Geist umfafste mit Leichtigkeit und Sicherheit die verschiedenartigsten Gegenstände; nicht blofs Natur-Erscheinungen, sondern auch sittliche und gewerbliche Verhältnisse gewannen seine Aufmerksamkeit, und fanden in ihm einen theilnehmenden Beobachter und unbefangenen Beurtheiler. Seinem Gemüthe war der Genufs der freien Natur und der heiteren Geselligkeit das nächste Bedürfnifs. Diese Richtung des Geistes und Gemüthes legt insbesondere treffend dar eine Reihe von Briefen, die er aus Italien in die Heimath sandte, nnd welche deshalb, auch wo sie nur Bekanntes berühren, dennoch anziehend bleiben. Das Verzeichnifs seiner Schriften ist dieser kurzen Geschichte seines Lebens beigefügt. Sein Tod erfolgte für die Wis-

senschaft viel zu früh, aber auch in einem kurzen Leben hat er genug angeregt und geleistet; dieſs Leben war reich und rüstig, im Ganzen glücklich und sogar beneidenswerth; er durfte seine Anerkennung nicht erst von der Nachwelt erwarten, sondern hat sie zum gröſsten Theil selbst erlebt und genossen. Er besaſs die Achtung und Freundschaft edler Männer der verschiedenartigsten Wirksamkeit, hier und im Auslande; sein Gedächtniſs in der Wissenschaft und im Leben bleibt ihm gesichert.

Verzeichnifs

der Werke des Verstorbenen.

1821.

1. Versuch einer systematischen Anordnung der Gebirgsarten nach ihren naturgemäfsen Verhältnissen unter einander. — In Oken's Isis 1821, Heft VIII, S. 710.

1822.

2. Ueber das Torfmoor zu Linum (gemeinschaftlich mit Chamisso und Poggendorf). — In Karsten's Archiv Bd. V, S. 253.

3. Ueber das Vorkommen von gediegenem Kupfer bei der Insel Helgoland. Ein Schreiben an Gilbert. — In dessen Annalen Bd. LXX, S. 432.

1823.

4. Beiträge zur geognostischen Kenntnifs von Nord-Deutschland, — auch unter dem Titel — Beiträge zur genaueren Kenntnifs der geognostischen Verhältnisse Nord-Deutschlands. Erster Theil (Berlin und Posen, in Kommission bei E. S. Mittler, 1823). Kein zweiter Theil erschienen.

5. Geognostische Bemerkungen über die Basalte der Ge-

gend des Meifsners und ihren vulkanischen Ursprung, nebst Notiz von einigen barometrischen und elektrometrischen Arbeiten. Ein Schreiben an Gilbert. — In dessen Annalen Bd. LXXV, S. 323.

6. *De vallium in Germania boreali principalium directione memorabili congrua. Dissertatio inauguralis pro rite obtinenda facultate legendi.* 24. *Juni* 1823.

1824.

7. Geognostische Beschreibung der Hervorragungen des Flötzgebirges bei Lüneburg und bei Segeberg; mit einem Anhang über die Richtung der norddeutschen Flufsthäler und die Lüneburger Haide; mit einer petrographischen Karte. — Gilbert's Annalen Bd. LXXVI, S. 32.

1825.

8. Ueber die geognostischen Verhältnisse des linken Weserufers bis zum Teutoburger Walde. Ein Schreiben an Professor Weifs. — In Poggendorff's Annalen Bd. III, S. 1.

9. Ueber die Ausfüllung der Blasenräume im Mandelstein. Schreiben an Leonhard. — In dessen Zeitschrift 1825, Bd. II, S. 490.

1826.

10. Ueber die geognostischen Verhältnisse der Gegend von Ibbenbühren und Osnabrück. — In Karsten's Archiv Bd. XII, S. 264 und Bd. XIII, S. 3.

11. Untersuchungen über die Pflanzenreste des Kohlengebirges von Ibbenbühren und vom Piesberge bei Osnabrück. — In Karsten's Archiv Bd. XIII, S. 266.

12. Ueber das Kupferschiefergebirge im nordwestlichen Theil des norddeutschen Flötzgebirges. Schreiben an Leonhard. — In dessen Zeitschrift 1826, Bd. I, S. 539.

1827.

13. Ueber die Vulkane der Südsee-Inseln. Vorwort zu zwei Aufsätzen von Ellis über die vulkanischen Erscheinungen auf Owaihi. — In Poggend. Annalen, Bd. IX, S. 141.

1828.

14. Ueber einige neu entdeckte geognostische Erscheinungen in der norddeutschen Ebene (Nachtrag zu dem unter No. 7. aufgeführten Aufsatz). — In Poggendorff's Annalen Bd. XII, S. 109.

15. Vulkanische Hebungen in den Molucken. — Ebendaselbst Bd. XII, S. 506.

16. Bemerkungen über die Vulkane der Insel Java. — Ebendaselbst Bd. XII, S. 605.

17. Bemerkungen über die Lagerstätte des Platins vom Ural. — Ebendaselbst Bd. XIII, S. 566.

1829.

18. Bemerkungen über die gegenseitigen Verhältnisse der vorweltlichen Floren (mit besonderer Beziehung auf den Prodrome von Ad. Brongniart). — In Poggendorff's Ann. Bd. XV, S. 415.

19. Ueber die Beschaffenheit des römischen Bodens, nebst einigen allgemeinen Betrachtungen über den geognostischen Charakter Italiens. (Ein von dem Verstorbenen bearbeiteter Abschnitt von dem im Jahre 1830 (Stuttgart und Tübingen bei Cotta) erschienenen 1ten Bande des Werkes: Beschreibung der Stadt Rom von E. Plattner, C. Bunsen, E. Gerhard und W. Röstell u. s. w.) — Ebend. Bd. XVI. S. 1.

20. Ueber das Verhalten der krystallinischen Gesteine zum Schiefergebirge am Harze, im Erz- und im Fichtelgebirge. Bruchstück aus dem unter No. 24. angeführten Werke. — Ebendaselbst Bd. XVI, S. 513.

21. Ueber Erhebungsthäler und den Zusammenhang mit dem Ursprung der Sauerquellen. Bruchstück aus dem unter No. 24. angeführten Werke. — Poggendorff's Annalen Bd. XVII, S. 151.

22. Geognostische Karte vom nordwestlichen Deutschland auf 24 Blatt der geographischen Karte Deutschlands, von Reymann und Berghaus. Berlin bei Simon Schropp et Comp. 1829.

23. Einige Bemerkungen über die Vegetation und die Fauna von Helgoland (mit Abbildungen). — In den Verhandlungen der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin. Bd. I, S. 228. Berlin 1829. (Schon mehrere Jahre früher in der Gesellschaft vorgelesen.)

1830.

24. Uebersicht der orographischen und geognostischen Verhältnisse vom nordwestlichen Deutschland. (Erste Abtheilung: Orographische Uebersicht; zweite Abtheilung: Geognostische Uebersicht; nebst einer Darstellung der ältesten Flötzsandstein-Formation, nach den Beobachtungen des Freiherrn F. W. W. v. Veltheim zu Halle.) Mit drei Kupfertafeln. Leipzig bei J. A. Barth 1830.

25. Geognostischer Atlas vom nordwestlichen Deutschlande. — Berlin 1830. (Verlag von Cotta.)

26. Barometer - Nivellement einer Linie von der Saale bei Halle, bis zur Weser bei Höxter. — In Berghaus Annalen der Erdkunde 1830, Bd. I, S. 48.

1831.

27. Ueber das Albaner Gebirge und den Aetna (mit einer Ansicht des Val di Bove). Schreiben aus Catania vom 26. Jan. 1831 an den Ober-Berg-Hauptmann Gerhard. — In Karsten's Archiv, Neue Reihe, Bd. III, S. 361.

28. Ueber den Serapis-Tempel bei Pozzuoli (mit einer Abbildung). Schreiben aus Catania vom 25. Jan. 1831 an Prof. Link. — Ebend. Bd. III, S. 373.

29. Ueber die tertiären Bildungen an der Küste Siciliens, die Verhältnisse des Basaltes westlich von Syracus, und die knochenführende Breccie; nebst Ansichten von der Cyklopen-Insel, den Basaltgängen in der Creta, und der Berührungsfläche des Basaltes und der Creta. Schreiben aus Syracus vom 28. März 1831 an Prof. Weifs. — In Karsten's Archiv Bd. III, S. 383.

30. Ueber das Kap Passaro und das Val di Noto. Schreiben aus Catania vom 19. Juni 1831 an Prof. Weifs; nebst einer geognostischen Karte der Umgegend des Capo Passaro, als Auszug aus einer allgemeinen geognostischen Karte von Sicilien. — Ebend. Bd. III, S. 397.

31. *Intorno al nuovo Vulcano pressa la città di Sciacca. Lettera al Duca di Serradifalco. Palermo, presso la reale Stamperia* 1831.

32. *Lettera al sig. cav. Niccolò Cacciatore, direttore del R. Osservatorio di Palermo, sull'attuale stato del nuovo vulcano presso la città di Sciacca.* — Im *Giornale di Scienze Lettere e Arti per la Sicilia (Ottobre* 1831*).*

1832.

33. Verhältnisse der in den letzten 40 Jahren zu Palermo beobachteten Erdstöfse in Bezug auf ihre Richtung, Vertheilung nach den Jahreszeiten und fragliche Einwirkung auf den Barometerstand. — In Poggend. Ann. Bd. XXIV. S. 49.

34. Ein grofser Theil des Aufsatzes: Ueber das im mittelländischen Meere entstandene vulkanische Eiland, genannt Corrao, Nerita, Isola Ferdinandea, Graham Island, Hotham Island und Julia, — entnommen aus früheren Briefen des Verstorbenen an seinen Vater und den Minister v. Altenstein. — Ebend. Bd. XXIV, S. 65.

35. Ueber die knochenführende Grotte von Mardolce bei Palermo. Schreiben aus Palermo vom 22. Okt. 1831 an Prof. Weifs. — In Karsten's Archiv N. R. Bd. IV, S. 253; mit einer Abbildung.

36. Ueber die geognostische Beschaffenheit der lipari-

schen Inseln. Schreiben aus Neapel vom 29. April 1832 an Leopold v. Buch. Mit 4 Kupfertafeln. — In Poggendorff's Annalen Bd. XXVI, S. 1. (daraus auch für sich erschienen).

1833.

37. Ueber die Gebirgsverhältnisse der Grafschaft Massa Carrara. Schreiben an Leopold von Buch. Nebst einer geognostischen Karte und einem Profile. — In Karsten's Archiv N. R. Bd. VI, S. 229.

38. *Mémoire sur les terrains volcaniques de Naples, de la Sicile et des îles de Lipari. — Bulletin de la Société Géologique de France T. III, p.* 170.

39. *Observations sur les communications de M. C. Prévost relatives à la Sicile. Ibd. T. III, p.* 175.

40. *Observations sur le marbre de Carrare et quelques fossiles des environs de la Spezia. Ibid. Tom. III, p.* 179.

41. *Observations faites avec Mr. Escher fils, sur les porphyres au bord méridional des Alpes dans le canton de Tessin. — Ibid. Tom. IV, p.* 103 u. 326.

1835.

42. Geognostische Karte des Landes zwischen Magdeburg und Kassel. Berlin bei Simon Schropp et Cp. 1835.

(Vorzugsweise zum Gebrauche bei Exkursionen bestimmt, welche den geognostischen Vorlesungen des Verstorbenen folgen sollten; zu der Exkursion im Herbst 1835 war Alles auf das sorgfältigste vorbereitet, als die zunehmende Kränklichkeit desselben die Ausführung dieses Unternehmens vereitelte.)

I.

Allgemeines

und

Orographie.

Einleitung.

Die physikalische Geographie oder Erdbeschreibung steht, wie es schon ihr Name sehr bezeichnend ausspricht, mit zwei bedeutungsvollen Zweigen des menschlichen Wissens in naher und inniger Verbindung, mit der Geographie oder Erdkunde und mit der Physik oder Naturlehre. Gerade dieser innigen Verbindung wegen ist es aber nicht leicht, das Gebiet unserer Wissenschaft und ihr Verhältnifs zu den beiden eben genannten mit Genauigkeit festzusetzen; im Gegentheil wird man, wenn man sich diese Aufgabe stellt, sehr bald auf beträchtliche Schwierigkeiten stofsen und die Ueberzeugung gewinnen, dafs bei Lösung derselben gar Manches dem individuellen Urtheil überlassen bleibt.

Schon ein flüchtiger Blick in die ältere und neuere Literatur wird diese Aussage bestätigen; er wird lehren, dafs der Begriff von physikalischer Erdbeschreibung weder im Laufe der Zeiten ganz unverändert geblieben ist, noch dafs er heutiges Tages bei den verschiedenen Schriftstellern vollkommen übereinstimmt.

Es gab eine Zeit, wo die allgemeine Geographie fast alleinig diejenigen Verhältnisse von der Erde in's Auge fafste, welche durch die Anwesenheit des Menschen auf derselben hervorgerufen worden, und wo sie dem zu Folge die natürliche Beschaffenheit der Länder nur in so fern berücksichtigte, als diese unmittelbar von

Einflufs auf das Wohl und Weh der Völker ist. In dieser Zeit wurde unsere Wissenschaft ausschliefslich in den physikalischen Lehrbüchern vorgetragen, als ein Anhang zur Physik betrachtet. Mit Erweiterung der Kenntnisse von der Erdkugel hat sich aber diefs Verhältnifs geändert. Man hat eingesehen, dafs die Geographie das Historische, Ethnographische, Statistische und Politische nicht zum alleinigen oder hauptsächlichen Ziel ihres Strebens machen dürfe, sondern dafs sie, um ihrem Namen genügend zu entsprechen, den Natur-Verhältnissen der Erdoberfläche, ganz aufser aller Beziehung zum Menschen, eine eben so grofse Aufmerksamkeit als den eben genannten Gegenständen schenken müsse. Seit diese Ansicht Eingang gefunden, wird nun die physikalische Geographie als ein Theil der allgemeinen Erdkunde betrachtet, und entweder durchgehends mit ihr verflochten oder in gesonderten Abschnitten für sich abgehandelt. Endlich ist man in neuerer Zeit auch zu der Einsicht gelangt, dafs die Geologie, die Wissenschaft von der Zusammensetzung und Entstehungsgeschichte des mineralischen Theils der Erdrinde, der physikalischen Geographie nicht entbehren könne, und daher pflegt man, in Lehrbüchern wie in mündlichen Vorträgen, die letztere als Einleitung zur ersteren vorauszuschicken.

So haben wir denn nicht weniger als drei, zwar an einander gränzende, aber nach sehr verschiedenartigen Richtungen hin sich erstreckende Gebiete, denen gegenwärtig unsere Wissenschaft untergeordnet wird: und leicht kann man dabei die Bemerkung machen, dafs man ihr eine bedeutend verschiedene Ausdehnung und Behandlung angedeihen läfst, je nachdem man sie als einen Theil der Physik oder der allgemeinen Geographie oder der Geologie ansieht.

Es giebt indefs noch einen vierten Gesichtspunkt, unter welchem man die physikalische Geographie auffassen kann und aufgefafst hat, denjenigen nämlich, wo

man sie als eine selbstständige Wissenschaft betrachtet. Diefs ist der allgemeinste Gesichtspunkt und, obwohl nicht einwurfsfrei, doch zugleich der, welchen man in der Regel zu erwählen pflegt, wenn man die physikalische Geographie aufser Verbindung mit einer der drei so eben genannten Wissenschaften vorträgt. Er ändert das Verhältnifs derselben gegen diese in so fern ab, als man dabei noch einige Klassen von Gegenständen in Betracht zieht, die den Gebieten der letzteren, falls man sie in ihren Schranken halten will, nicht füglich zugerechnet werden können.

Als selbstständiges Ganzes betrachtet, oder im allgemeinsten Sinn genommen, begreift man nämlich heut zu Tage unter physikalischer Geographie folgende drei Lehren, von denen jede andrerseits auch als eine für sich stehende Wissenschaft betrachtet wird:

1) Die mathematische Geographie. Sie befafst sich mit der Stellung unserer Erde im Weltenraume, mit ihrer Gröfse, ihrer allgemeinen Gestalt und Dichtigkeit, so wie mit der Darstellung der Erdoberfläche, Ortsbestimmung einzelner Punkte derselben und Entwerfung von Landkarten.

2) Die physikalische Geographie im engern Sinne des Worts. Ihre Gegenstände bilden die eigentlich physischen Verhältnisse unseres Erdkörpers, im Allgemeinen zunächst: die Temperatur und der Magnetismus desselben; dann im Speciellen: die Erscheinungen an der Oberfläche, betreffend das Land, das Meer und die Luft, wonach eben so viele Unterabtheilungen gebildet werden, von denen die beiden letzten unter den Namen Hydrographie und Atmosphärologie bekannt sind.

3) Die naturhistorische Geographie, wie man sie nennen kann, die Lehre von der Vertheilung lebender Wesen auf der Erdoberfläche, also die Geographie der Pflanzen und Thiere.

Ueber die Zulässigkeit der Aufstellung dieser drei Abtheilungen bei unserer Wissenschaft, im allgemeinsten Sinn genommen, herrscht wohl nur eine Stimme; was aber die Ausdehnung betrifft, welche man jeder zu geben habe, darüber sind die Ansichten sehr getheilt, wovon man sich leicht durch einen Blick in die vorhandenen Werke über physikalische Geographie überzeugen kann. Einige behandeln den mathematischen Theil sehr umständlich und ziehen sogar ein bedeutendes Stück der physischen Astronomie mit hinein; Andere berühren ihn nur kurz oder vernachlässigen ihn ganz. Eben so ist es mit dem eigentlich physikalischen Theil. Nicht selten findet man darin eine vollständige Geologie, mit ihrer Hülfswissenschaft, der Versteinerungskunde, aufgenommen; während uns andrerseits beträchtliche Abschnitte aus der allgemeinen Erdkunde oder reinen Physik darin entgegen treten. Ein gleiches Schwanken zeigt sich endlich bei dem dritten oder naturhistorischen Theil. Zuweilen ist er mit grofser Ausführlichkeit entwickelt, zuweilen so gut wie ganz übergangen.

Alle diese Unbestimmtheiten haben offenbar ihren Grund darin, dafs unsere Wissenschaft aus keiner eigenthümlichen Quelle schöpft, sondern ihre Gegenstände einem Gebiete entnimmt, auf welchem Astronomie, Physik, Geologie, Geographie und Naturgeschichte mannigfach sich durchkreuzen und über einander greifen. Daher ist es denn auch nicht möglich, in wenigen Worten eine scharfe Definition von derselben aufzustellen, und vielleicht bezeichnet man sie noch am besten, wenn man sagt, sie sey das Gemeinsame aller dieser Wissenschaften, erhoben zu einem eignen Lehrgebäude, mehr der individuellen Ansicht und einem gerade obwaltenden Bedürfnifs gemäfs, als aus innerer Nothwendigkeit und nach einem strengen Prinzip.

Kann man es indefs nicht ohne Grund in Zweifel ziehen, ob der physikalischen Geographie in aller Strenge

der Charakter einer selbstständigen Wissenschaft beigelegt werden dürfe, so kann man sie, in obiger Allgemeinheit genommen, doch auch nicht geradezu als einen blofsen Abschnitt einer der oben genannten Wissenschaften betrachten, namentlich nicht, wie wohl geschehen ist, als einen letzten Abschnitt der allgemeinen Erdkunde. Bei der Erweiterung, welche man dieser letzteren Wissenschaft in neuerer Zeit gegeben hat, wird sie zwar auf alle die Gegenstände ausgedehnt, welche man früher als ausschliefsliches Eigenthum der physikalischen Geographie zu betrachten pflegte; allein dennoch besteht zwischen beiden ein bemerkenswerther Unterschied, der nicht blofs auf ein Verhältnifs wie das des Ganzen zu seinen Theilen begründet ist. Hat nämlich auch die physikalische Geographie den gröfsten Theil ihrer Gegenstände mit der allgemeinen Erdkunde gemein, so ist doch die Betrachtungsweise derselben in dieser eine andere wie in jener. Wenn die allgemeine Erdkunde die Gegenstände nach den Welttheilen und Ländern ordnet, und bei jedem die natürliche Beschaffenheit des Bodens und Klimas mehr oder weniger ausführlich angiebt: so sind es bei der physikalischen Geographie die einzelnen Verhältnisse in der Natur der Länder, Meere und Himmelsstriche, welche das Classificationsprinzip darbieten, welche herausgehoben, zusammengestellt, und ihrer Aehnlichkeit oder Unähnlichkeit nach mit einander verglichen werden. Sie ist demnach *vergleichende* Erdkunde. Die Verschiedenartigkeit der Anordnung ist es aber nicht allein, welche den specifischen Unterschied bei den Wissenschaften abgiebt: er liegt auch in der ungleichen Auffassung, ungleichen Behandlungsweise der Gegenstände. Die allgemeine Erdkunde ist ihrem Wesen nach *naturhistorischer* oder *beschreibender* Art; unsere Wissenschaft dagegen sucht die Natur-Erscheinungen an der Erde nicht blofs zu beschreiben, sondern, so weit es thunlich, auch zu erklären, auf ihre Ursachen zurückzu-

führen. Und weil sie dazu die Grundsätze aus der Physik entlehnt, hat man sie eben sehr passend mit dem Namen der physikalischen Geographie belegt. Es ist also das physikalische Element, welches wesentlich die innere Verschiedenheit unserer Wissenschaft von der allgemeinen Erdkunde bedingt, wie es andrerseits das geographische Element ist, welches sie hauptsächlich von der reinen Physik unterscheidet. Die allgemeine Erdkunde ist übrigens die einzige Wissenschaft, mit welcher die physikalische Geographie, den Gegenständen nach, in allen ihren drei vorhin näher bezeichneten Theilen zusammentrifft; mit der Physik hat sie blofs die beiden ersten Theile gemein, mit der Astronomie nur den ersten, und mit der Geologie hauptsächlich nur einen Abschnitt des zweiten Theils, denjenigen, welcher vom Lande handelt, indem die beiden andern, welche das Meer und die Luft betrachten, die Hydrographie und Atmosphärologie, nicht anders als sehr uneigentlich zur Geologie gerechnet werden können; endlich ist es nur ihr letzter Theil, durch welchen die physikalische Geographie in das Gebiet der Naturgeschichte eingreift, und sie thut es nur in so weit, als die darin enthaltenen Gegenstände Data zur Charakteristik der Länder und Klimate darbieten.

Hiemit möchte denn der Umfang unserer Wissenschaft und ihr Verhältnifs zu den verwandten oder sie zusammensetzenden im Allgemeinen hinreichend angedeutet seyn. Es bleibt uns jetzt noch übrig, kurz zu bezeichnen, in welcher Ausdehnung und unter welchem Gesichtspunkte wir hier dieselbe aufzufassen gedenken. Eine nur ganz oberflächliche Bekanntschaft mit den Lehren, welche vorhin als Bestandtheile der physikalischen Geographie, in weitester Bedeutung genommen, aufgezählt wurden, mufs nämlich sehr bald zur Ueberzeugung führen, dafs dieselben in einem Cursus von Vorlesungen unmöglich alle in gleicher Ausführlichkeit vorgetragen

werden können, nicht allein weil sie dazu zu umfassend und inhaltsreich sind, sondern auch, weil sie, wegen ihrer heterogenen Natur, schwerlich auf einen gleichen und ihrer Wichtigkeit angemessenen Grad von Empfänglichkeit bei einem und demselben Kreise von Zuhörern zählen dürfen. Wir werden demnach in dem Folgenden den eigentlich physikalischen und naturhistorischen Gesichtspunkt festzuhalten suchen, und von dem mathematischen Theil, der überdiefs noch in neuerer Zeit in eignen Werken mit grofser Gründlichkeit behandelt worden ist, nur so viel aufnehmen, als selbst bei diesem Gesichtspunkt nicht übergangen werden darf. Wir rechnen hieher die Untersuchungen über die Gestalt, die Gröfse und die Dichtigkeit der Erde, Untersuchungen, die, da sie unsern Planeten als Ganzes betreffen, vorausgeschickt werden müssen, ehe wir die Beschaffenheit seiner einzelnen Theile näher in Erwägung ziehen können.

I. Von der Gestalt und Gröfse des Erdkörpers.

Die Fragen über die Gestalt und Gröfse des Erdkörpers gehören zu den wichtigsten, welche die Astronomen und Geometer aller Zeiten beschäftigt haben, und wenn sie gleich, wie Delambre äufsert, zu denen gehören, welche nie ganz erschöpft werden möchten, so können wir doch in der Geschichte der Wissenschaften eine sehr wesentliche Vervollkommnung der Vorstellungen über diesen Gegenstand nachweisen.

Eine der ältesten und einfachsten Vorstellungsweisen von der Gestalt der Erde, eine, welche der blofsen Anschauung am genügendsten zu entsprechen schien, war wohl unstreitig die von Anaxagoras und Epikur vorgetragene, dafs die Erde eine platte kreisförmige Scheibe sey, über welche das Himmelsgewölbe sich ausspanne wie ein Uhrglas über ein Zifferblatt. Dieselbe Vorstellung ist es im Grunde, welche, nach Vofs Auseinander-

setzungen (Götting. Magaz. St. 2. S. 297.), beim Homer und Hesiod vorkommen.' Der im 18ten Gesang der Ilias beschriebene Schild des Achilles, worauf das Rund der Erde mit einer festen Wölbung dargestellt ist, unter welchem die Gestirne des Tags und der Nacht auf von Wolken getragenen Wagen dahinrollen, giebt uns auf eine glaubwürdige Weise den Grundbegriff der Kosmographie jenes Zeitalters (1000 Jahre vor Christi Geburt). Die Erde ist von einem grofsen Strome, Okeanos genannt, umflossen, und die Sonne steigt des Morgens aus dem östlichen Theile desselben herauf, während sie des Abends sich im Westen in seinen Schoofs niedertaucht, wo ein goldenes Schiff, das mystische Werk des Vulkan, sie schnell durch die Wolken des Nordens nach Osten zurückführt (vergl. Vofs mytholog. Briefe I. S. 27.). Den Okeanos liefs man im fernsten Osten, in Colchis, mit dem heifsen Phasis zusammenhängen. Ueber die Länder im Norden von Griechenland und im Süden, jenseits der Küste von Syrien, war man ganz ungewifs, westlich aber wurde die Weltgränze zwei Tagereisen jenseits Sicilien gesetzt. Von der Höhe des Himmelsgewölbes glaubte man, sie sey so grofs, dafs Hephaistos einen Tag gebrauche, um bis auf Lemnos niederzufallen, dafs die Himmelsstürmer den Ossa und Pelion auf den Olymp setzen (Ukert's Geogr. der Alten I. 2. S. 14.).

Defsungeachtet hat es weder in alten Zeiten, noch selbst innerhalb der christlichen Zeitrechnung an Ansichten gefehlt, welche der Erde eine noch unvollkommnere und unnatürlichere Gestalt beilegen. Kant äufsert in seiner physikalischen Erdbeschreibung defshalb sehr treffend: fast giebt es keine Art von Gestalt mehr, in welche die Alten die Erde nicht gepreſst hätten. Einige, z. B. Heraklit, geben ihr, verleitet durch die Ansicht, dafs sie auf dem Wasser schwimme, eine concave Ge-

stalt oder die Form eines Kahns, Andere, z. B. Kleantes, die einer, mit der Spitze nach unten gekehrten Pyramide, noch Andere, wie Anaximander, die einer Walze, oder, wie Plato, die eines Parallelepipeds, und so weiter.

Doch auch die Vorstellung, dafs die Erde ein kugelförmiger Körper sey, erwachte sehr früh, und sie findet sich bereits bei den ältesten Philosophen, deren Aussprüche uns aufbewahrt wurden, beim Thales, beim Pythagoras, und besonders beim Eudoxus. Beifsender Spott folgte sehr häufig diesen Erläuterungen, und am meisten der aus der Kugelgestalt der Erde unmittelbar hervorgegangenen Lehre von den Antipoden. Darauf bezügliche Stellen finden sich besonders beim Lucrez und Plutarch. Noch im vierten Jahrhundert unserer Zeitrechnung erklärte sich Lactantius in seinem Buche *de falsa sapientia* mit vielem Spott gegen die Möglichkeit der Antipoden, ja selbst noch im achten Jahrhundert soll Virgil, ein Bischof von Salzburg, seiner Würden entsetzt worden seyn, weil er die Lehre von den Antipoden vertheidigte.

Im Grunde war es wohl nicht schwer, auf den Gedanken zu kommen, dafs die Erde eine Kugelgestalt habe, denn schon die scheinbar halbkugelförmige Gestalt des Himmelsgewölbes, welches doch, so weit die Erfahrungen reichten, der Erdoberfläche nirgends so nahe kam, dafs es dieselbe berührt hätte, mufste es schon wahrscheinlich machen, dafs beide Flächen, die convexe der Erde und die concave des Himmels, einander parallel liefen. Die Erfahrung ferner, dafs Sonne, Mond und Planeten rund erscheinen, der Mond sogar sichtlich kugelförmig, mufste auf denselben Gedanken leiten, da andrerseits diese Himmelskörper von den Alten für analoge Körper als die Erde anerkannt wurden. Auch versuchte schon Aristoteles (*de coelo libr.* 2. *cap.* 4.), einen

aus höhern physikalischen Gründen hergenommenen Beweis von der Kugelgestalt der Erde aufzustellen, welcher wegen der darin vorkommenden ersten Andeutung von den Richtungen der Schwere äufserst merkwürdig ist. Aristoteles sagt nämlich: das Wasser sucht immer die niedrigste Stelle einzunehmen; folglich müssen alle Punkte der Oberfläche des Meeres gleich tief stehen, und also gleichweit von einem gewissen Mittelpunkt entfernt seyn: da aber diese Eigenschaft nur der Kugel zukommt, so mufs der Ocean und folglich die ganze Erde eine Kugelgestalt haben. — Man sieht indefs leicht, dafs diese Erklärung auf einem Trugschlufs beruht, indem sie voraussetzt, was erst bewiesen werden soll, dafs es nämlich bei der Erde einen Mittelpunkt gebe. Die Vertheidiger der scheibenförmigen Gestalt der Erde würden diese Voraussetzung sicher nicht zugegeben haben.

In neuerer Zeit hat bekanntlich die Ansicht von der Kugelgestalt der Erde allgemeinen Eingang gefunden. Sie ist zwar nicht strenge richtig, kommt aber der Wahrheit so nahe, dafs es nicht unzweckmäfsig erscheinen kann, die Gründe zu nennen, welche noch gegenwärtig zur Stütze derselben angeführt werden:

1) die stets kreisförmige Gestalt des Horizonts;
2) die frühere Sichtbarkeit der Spitzen erhabener Gegenstände in der Ferne;
3) die verschiedenen Höhen, in welchen die Himmelskörper über dem Horizont erscheinen, wenn man sie auf verschiedenen Punkten eines Meridians oder einer Parallelkreises gleichzeitig beobachtet;
4) die stets kreisförmige Gestalt des Erdschattens bei Mondfinsternissen;
5) die vielen Reisen um die Erde.

Diese Gründe sind zwar von ungleicher Wichtigkeit, aber doch, wenn sie in ihrer ganzen Strenge nachgewiesen werden könnten, mehr als genügend, uns von der Nothwendigkeit einer Kugelgestalt des Erdkörpers zu

überzeugen, allein es fehlt gemeinhin an der Möglichkeit, ihre Richtigkeit wirklich in aller Schärfe durchzuführen.

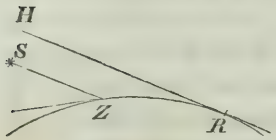
So ist es gewifs, dafs, wenn unser Horizont an allen Stellen der Erdoberfläche wirklich ein Kreis wäre, in dessen Mittelpunkt wir selbst uns stets befänden, der Erdkörper selbst auch nothwendig eine Kugel würde seyn müssen. Um uns indefs von der Wahrheit dieses Satzes zu überzeugen, müfsten wir im Stande seyn, die Winkel zu messen, welche die Gränzpunkte am Horizonte mit der Horizontallinie machen, und wir müfsten dann diese Winkel alle gleich finden; so aber, wie allgemein, nach dem blofsen Augenmaafse schätzend, können sehr bedeutende Abweichungen von dieser Gleichheit übersehen werden, und überdiefs erscheint ja der reine Horizont auch nur in sehr grofsen Ebenen oder auf der Oberfläche des Meeres.

Eben so verhält es sich, nur in noch höherm Maafse, mit dem zweiten Grunde, welchen man gewöhnlich sehr hervorhebt, weil er einer von denen ist, die so sehr in die Augen springen. Dieser Grund aber beweist doch in der That immer nichts mehr, als dafs die Oberfläche der Erde, und insbesondere die des Meeres, keine wahre Ebene, sondern eine gekrümmte Fläche sey. Was für eine Krümmung sie aber besitze: ob die einer Kugel, eines Eies, oder irgend eines Sphäroids, das wird dadurch wirklich nicht erkannt.

Ungleich sicherer ist unstreitig der dritte Grund, und wenn die dazu gehörigen Beobachtungen stets vorhanden wären, so würde er als vollkommen entscheidend angesehn werden können. Gehn wir nämlich z. B. von Norden nach Süden, d. h. auf der Linie eines Meridians fort, so werden die gegen Süden gelegenen Sterne immer höher über den Horizont treten, während auf der andern Seite die nach Norden stehenden immer tiefer hinabsinken; auch werden uns am südlichen Horizont immer mehr Sterne sichtbar werden, die vorher sich stets unter ihm

verbargen, und in Norden werden Gestirne untergehen, welche wir sonst die ganze Nacht und zu allen Jahreszeiten über dem Horizont zu sehen gewohnt waren.

Diese Erscheinungen aber würden unstreitig nicht statt finden können, wenn die Oberfläche der Erde eine Ebene wäre; denn da die Fixsterne, ihrer unendlichen Entfernung wegen, gegen welche selbst der Durchmesser der Erdbahn, d. h. ein Weg von mehr als 40 Millionen Meilen, zu einer unwahrnehmbaren Gröfse schwindet, von allen Punkten der Erde in paralleler Richtung gesehen werden, so müfste, im Fall der Ebene, ihre Erhebung über dem Horizonte, gleichzeitig von verschiedenen Punkten gesehn, sich stets gleich bleiben. Auf einer gekrümmten Fläche hingegen, wie **ZR**, begreift man wohl, wie der Stern **S**, der dem in **Z** befindlichen Auge sichtbar war, dem nach **R** übergegangenen Auge, dessen Aussicht durch die Fläche **HR** begränzt wird, verschwinden und sich unter den Horizont **HR** verbergen müsse. Es lehrt nun ferner die Erfahrung, dafs diefs Herabsteigen der nördlichen und diefs Erheben der südlichen Gestirne, oder umgekehrt, ziemlich gleich viel beträgt, wenn man um gleich grofse Entfernungen gegen Süden oder Norden fortschreitet. Diefs zeigt aber eine gleichförmige, d. i. eine kreisähnliche Krümmung der Erdoberfläche von Norden nach Süden an, und da man dieselbe Erscheinung in allen Gegenden der Erde, in welchen man von Norden nach Süden reisen kann, in Europa wie in Amerika und auf dem Weltmeere, in gleicher Gröfse bemerkt, so folgt, dafs sich rings um die Erdoberfläche gleich grofse Kreise in der erwähnten Richtung ziehen lassen müssen.



Dafs aber die Erdoberfläche auch in der Richtung von Ost nach West, also senkrecht auf der vorigen,

rund sey, erhellt daraus, weil alle Himmelskörper bei ihrem scheinbaren täglichen Umlaufe um die Erde in den ostwärts gelegenen Ländern stets früher auf- und untergehn als in den westwärts liegenden. Man bemerkt diefs besonders bei Himmelsbegebenheiten, welche den Bewohnern der Erde überall gleichzeitig erscheinen müssen, also bei Mondfinsternissen, Jupiterstrabanten und dergleichen. Solche Erscheinungen treten z. B. in Rufsland später ein, als in Deutschland, weil Mittag als Anfang der Tagesstunden dort früher ist als bei uns. Da nun diefs rings um die Erde auf gleichförmige Art erfolgt, so kann man schliefsen, dafs den von Ost nach West gehenden Tagekreisen der Gestirne ähnlich liegende Kreise an der Oberfläche der Erde entsprechen, und man sieht so eine gleichförmige Rundung der Erdoberfläche nach allen Richtungen, d. h. eine Kugelgestalt derselben, eintreten.

Der vierte Grund ferner, von der Gestalt des Erdschattens, ist gleichfalls in hohem Grade überzeugend, ungeachtet sich damit, wie mehrfach bemerkt worden ist, immer noch die cylindrische Gestalt der Erde wohl vertrüge, obwohl es sehr gezwungen erscheinen würde, ihr jederzeit die dazu erforderliche Richtung beizulegen.

Der fünfte Grund endlich beweist freilich auch nicht völlig was er soll, denn man sieht daraus genau genommen nur, dafs die Oberfläche der Erde eine in sich selbst zurücklaufende krumme Fläche sey, und er gestattet eine Menge von Gestalten, welche von der der Kugel vielfach abweichen können.

Nichts desto weniger war doch die Entdeckung, dafs, wenn man von irgend einem Punkte der Erdoberfläche aus beharrlich fortschreitend stets einerlei Richtung verfolge, zuletzt auf denselben Punkt wieder zurückkehre, eine sehr merkwürdige, und sie verdient wohl eine etwas speciellere Auseinandersetzung.

Der Erste, welcher diese Entdeckung aus eigner Er-

fahrung machte, welcher in dieser Weise die Erde umreiste, war ein Portugiese, Namens Fernando de Magelhaens, oder wie man ihn gewöhnlich nach französischer Weise zu nennen pflegt, F. Magellan. Er war ein Edelmann von bedeutender Familie, welcher seinem Vaterlande bei der Eroberung der ostindischen Besitzungen, unter Albuquerque, wichtige Dienste geleistet hatte. Da er sich indefs später zurückgesetzt und übergangen glaubte, so verliefs er den Dienst des Königs Emanuel und trat in die des Kaisers Carl V., damaligen Herrschers von Spanien. Es war damals gerade die Aufmerksamkeit dieses mächtigen Fürsten auf eine neue Art von See-Unternehmungen gerichtet, welche durch die politischen Verhältnisse erzeugt worden war. Als nämlich kurz nach der Entdeckung von Amerika die Augen aller seefahrenden Nationen auf diese neuen Länder gerichtet wurden, und namentlich unter den beiden unternehmendsten derselben, den Spaniern und den Portugiesen, dort wegen des Untersuchungs- und Besitzrechtes blutige Streitigkeiten auszubrechen drohten, nahm man seine Zuflucht, dem Geiste jener Zeiten gemäfs, zu dem Richterstuhle des Papstes. Alexander VI. entschied schon im Mai 1493 durch eine Bulle, dafs alle Länder, welche die Spanier westwärts von dem ersten Meridian durch Ferro, die Portugiesen aber ostwärts desselben entdecken würden, in Zukunft ihnen gehören sollten, eine Demarcationslinie, welche später, als die Portugiesen Brasilien eroberten, bedeutend nach Westen verrückt wurde. Es ist daher begreiflich, dafs nun die Spanier insbesondere fortan ein sehr grofses Interesse hatten, ihre Nachforschungen so weit als möglich westwärts auszudehnen, und da es gewifs war, dafs man bei der Möglichkeit einer westlichen Durchfahrt durch den Continent von Amerika endlich mit den Portugiesen über den Besitz der so reichen Gewürzinseln und des glücklichen Indiens werde handgemein werden müssen, so suchte man danach mit gespanntem

Interesse. Schon früher hatte man geglaubt, eine dergleichen aufgefunden zu haben, als ein spanischer Seefahrer, Solio, die weite Mündung des Rio de la Plata entdeckte; es erwies sich indefs später die Nichtigkeit der darauf gegründeten Hoffnungen. Magellan aber zweifelte dennoch nicht an der Möglichkeit einer solchen Durchfahrt, ja er legte dem Reichsrathe von Castilien seine Ideen über dieselbe in einer Karte mit solcher Ueberzeugungskraft vor, dafs ihn Carl V. zur Verfolgung seiner Pläne mit fünf Schiffen ausrüstete. Mit diesen ging er am 20. September 1519 aus dem Hafen von San Lucar, an der Küste von Andalusien, in See. Er nahm seine Richtung nach Teneriffa, dann weiter nach Sierra Leona, und von dort erst nach Brasilien: hier gelangte er längs der Küste herab, südwärts, bis zu dem von ihm zuerst gesehenen Patagonen-Lande, wo er in der Bai von St. Julian überwinterte. Im Frühjahr des folgenden Jahres, d. h. im October *) 1520, entdeckte er die Einfahrt in die nach ihm benannte Strafse, welche er selbst die patagonische Meerenge nannte, und nachdem er mehr als zwei Monate in derselben mit Nebel, Stürmen, Klippen und Strömungen gekämpft hatte, trat er endlich, gegen Ende des Jahres, in den westlichen grofsen Ocean oder die Südsee ein. Schon bevor er dieselbe erreichte, hatte er zwei seiner Schiffe verloren, eines durch Schiffbruch an der Küste von Patagonien, ein anderes durch Muthlosigkeit und Eifersucht seiner Mannschaft, welche mit demselben schon am Eingange in der Strafse nach Spanien zurückkehrte. In das grofse Südmeer eingetreten, wählte Magellan durch Zufall eine unglückliche Richtung; er steuerte nämlich sehr rasch nordwärts, um wieder in Gegenden eines besseren Klima's zu gelangen, durchschnitt den Aequator, etwa unter 130° Länge, und ging so gleichsam wie ab-

*) In der Region der südlichen Hemisphäre, wo Magellan sich damals befand, ist nämlich Winter vom Mai bis September.

sichtlich, dem grofsen Gürtel der vielen Tausenden von Inselgruppen aus dem Wege, welche in diesem Ocean um den Aequator, und wenigstens bis zu 20° südlicher Breite liegen. Er schiffte daher reichlich drei Monate lang durch die unübersehbare Wasserfläche, ohne mehr als zwei unbedeutende Inseln zu finden, welche gar keine Hülfsquellen darboten, und daher von ihm die unglücklichen (*Islas infortunatas* oder *desventuradas*) genannt wurden. Fast wäre daher er mit seinen Gefährten in Gefahr gekommen, hier ein Opfer des schon sehr empfindlichen Mangels an Lebensmitteln zu werden, denn 19 seiner Gefährten starben vor Hunger, und nur die grofse Stille des Meeres, das er daher auch den stillen Ocean nannte, machte bei völliger Entkräftung der Mannschaft die Fortsetzung der Fahrt möglich, als er endlich am 6. März 1521 die von ihm entdeckten Marianen-Inseln erreichte, welche er selber die Diebs-Inseln (*Los Ladrones*) nannte. Von dort gelangte er zu den Philippinen, die er den Archipel von St. Lazarus nannte (besonders Magindanao); hier aber fand er seinen Tod, als er dem Könige der Insel Zebu gegen einen aufrührerischen Häuptling einer benachbarten kleinen Insel (Maton) zu Hülfe eilte, am 21. April 1521. Seine hinterbliebenen Gefährten verbrannten nun eins ihrer Schiffe, und setzten in den beiden noch übrigen, unter dem Commando von Sebastian del Cano, ihre Reise fort. Sie durchstreiften die Molucken und gelangten endlich an das Kap der guten Hoffnung; doch nur ein einziges Schiff (Victoria) mit 18 Mann kehrte am 16. September 1522 nach San Lucar zurück, nach einer Abwesenheit von fast genau drei Jahren. Der Begleiter des Magellan, Cavalliere Antonio Pigafetta aus Florenz, hat diese merkwürdige Reise beschrieben; ein vollständiger Abdruck seiner Erzählung ist aber, merkwürdig genug, erst im Jahre 1800 bekannt geworden.

Nachdem einmal diese grofsartige Unternehmung gewagt

wagt und glücklich durchgeführt worden, hat sie vielfache Nachahmung gefunden, doch verstrichen zunächst noch 56 Jahre, ohne dafs diefs geschehen wäre. Franz Drake, einem Engländer, gebührt der Ruhm, dem kühnen Magellan zuerst nachgefolgt zu seyn (1577 bis 1580), und wenige Jahre hernach (1586 bis 1588) betrat ein Landsmann von ihm, Thomas Cavendish, zum zweiten Male diese Bahn. Seitdem sind Reisen um die Welt immer häufiger geworden, und durch die Vervollkommnung in der Schiffahrt, durch die vermehrte Kenntnifs der Küsten und Meere haben sie nach und nach so viel von ihrer anfänglichen Gefährlichkeit verloren, dafs in neuerer Zeit schon sehr viele Weltumseglungen durch einfache Kauffahrer unternommen worden sind. Noch heut zu Tage sehen wir dieselben, ihren Handelsspeculationen folgend, von Europa oder Nordamerika aus nach Brasilien sich wenden, das Kap Horn umschiffen, längs der Küste von Chili heraufgehen, dann den Sandwich-Inseln zusteuern, und endlich über China und das Vorgebirge der guten Hoffnung in ihre Heimath zurückkehren.

Von den Gradmessungen.

Aus der bisherigen Betrachtung ergiebt sich als Resultat, dafs alle die aus der unmittelbaren Anschauung hergenommenen Gründe für die Ansicht, dafs die Erde eine Kugelgestalt habe, keinesweges strenge Beweise liefern. Es ist daher wohl nicht unpassend, hier am Schlusse noch einen rein aus der Theorie hergeleiteten Grund vorzutragen, in welchem ein hoher Grad überzeugender Kraft liegt. — Ein flüssiger Körper, dessen sämmtliche Theile anziehend auf einander wirken, kann sich nämlich nur dann im Zustande des Gleichgewichtes befinden, wenn er eine sphärische Gestalt hat, d. h. wenn alle seine Theile sich gleichförmig um einen gemeinsamen Mittelpunkt versammeln. Nun aber besteht der

gröfsere Theil der Erdoberfläche aus Wasser, und das feste Land ragt im Verhältnisse zur Gröfse des Erdkörpers nur sehr wenig über dasselbe hervor; man mufs daher voraussetzen, dafs es an der natürlichen Kugelgestalt des Wassers selbst mit theilnehme. Weiter unten wird sich zeigen, welche Abänderung dieser an sich ganz richtige Satz, durch Hinzutreten anderweitiger Bedingungen, erleidet.

In dieser bisher unangetasteten Voraussetzung, dafs die Erde eine vollkommene Kugelgestalt besitze, kann man nun übrigens sehr leicht und einfach dahin gelangen, die Gröfse derselben durch Messung zu finden. Denn von einer Kugel braucht man bekanntlich nur einen bestimmten Theil eines ihrer gröfsesten Kreise zu messen, um daraus den Durchmesser, Umfang und Inhalt derselben einfach ableiten zu können. Am bequemsten dazu eignet sich hiebei sicher die Messung eines Grades in der Richtung der Meridiane, welche gröfste Kreise der Kugel sind, weil wir diese, wie oben bereits gezeigt, direct an dem Himmelsgewölbe durch die Stellung der Fixsterne ablesen können. Um nämlich die Gröfse eines Meridiangrades zu finden, darf man nur in der Richtung desselben (nach Nord oder Süd) fortschreiten und anmerken, bis irgend ein fester Punkt an dem Meridian des Himmels über uns, der Pol, der Durchschnittspunkt des Aequators oder der Durchgangspunkt eines Fixsternes, seinen Abstand vom Zenith um einen Grad verändert, dann mufs man durch geometrische Mittel die Länge des auf der Erde zurückgelegten Weges abmessen, und so findet sich die Gröfse eines Meridiangrades.

Dieses sehr leicht als richtig und rationell anzuerkennende Verfahren war schon den Alten sehr wohl bekannt, und als den Ersten, welcher auf diese Weise die Gröfse der Erde zu bestimmen versucht hat, nennen wir mit gerechtem Ruhme den Griechen Eratosthenes (geb. 276 J. v. Chr.). Es hatte derselbe die Bemer-

kung gemacht, dafs gerade am Mittage des längsten Tages die Sonne zu Syene genau im Zenith stehe, da sie sich auf der Wasserfläche tiefer Brunnen spiegle; an demselben Tage aber stand sie, wie er aus der Stellung des Schattens eines Stiftes beobachtete, zu Alexandria um den 50sten Theil eines Kreises, d. h. $7^0\ 12'$, von dem Scheitelpunkte entfernt. Dadurch aber war der Breiten-Unterschied beider Orte ausgemittelt, und da Eratosthenes annahm, dafs Syene genau im Süden von Alexandria liege (genau genommen liegt es 3^0 östlicher als letztere Stadt), und sie nach Reiseberichten der Caravanen 5000 Stadien (von ungewisser Länge) von einander entfernt seyen, so bestimmte er darnach die Gröfse eines Meridiangrades zu 700 Stadien (was 66500 Toisen seyn würden, wenn 1 Stadium gleich 95 Toisen gleich 570 Fufs oder etwa $\frac{1}{42}$ Meile gesetzt wird) und berechnete den Umfang der Erde zu 250000 Stadien oder 5813 geogr. Meilen.

Ganz dasselbe Verfahren im Wesentlichen befolgte, etwa 200 Jahre später, Posidonius durch eine Beobachtung des Breiten-Unterschiedes zwischen Alexandria und der Insel Rhodus. Er bediente sich dazu des hellen Sternes Canopus im Schiffe Argo, von welchem er bemerkt hatte, dafs er zu Rhodus kaum den Horizont berühre, während er sich zu Alexandrien in denselben Tagen um $7\frac{1}{2}^0$ über denselben erhebe. Nach Vergleichung der Schiffer-Angaben setzte er die Entfernung beider Orte gleichfalls auf 5000 Stadien, und folgerte daraus, die Länge eines Meridiangrades betrage $666\frac{2}{3}$ Stadien, was 62221 Toisen seyn würden.

Ohne bei den Ungenauigkeiten dieser so oft discutirten Operationen, welche nur als die ersten rationellen Anfänge von Versuchen dieser Art einige Wichtigkeit haben, weiter verweilen zu wollen, verdient es doch angeführt zu werden, dafs nach ihnen fast ein volles Jahrtausend verflossen ist, bevor dieser Gegenstand wie-

der die Aufmerksamkeit der Menschen auf eine ernsthafte Weise beschäftigt hat. In den dunkeln Zeiten, welche dem Sturz der Herrschaft der Griechen und Römer folgte, ging selbst die Kenntnifs von der Kugelgestalt unserer Erde wieder verloren, und erst bei dem vorübergehenden Aufblühen der Wissenschaften, welches zu den Zeiten der Araber statt fand, ward auch dieses Problem wieder einer genaueren Betrachtung unterworfen. Es ist in der That äufserst merkwürdig, dafs während der Herrschaft der Kalifen zu Bagdad sich einer derselben, Al Maimun, fand, welcher eine Zahl von Mathematikern um sich versammelte, um die Länge eines Meridiangrades durch Messung auszumitteln. Diese Operation ward im J. 827 n. Chr. in der Wüste Singar am arabischen Meerbusen ausgeführt. Man mafs einen Bogen von 2^0; was wir aber von den Resultaten dieser Messung wissen, giebt uns in der That keinen grofsen Begriff von ihrer Genauigkeit; auch sind uns diese Resultate überdiefs noch in Maafsen (arabischen Meilen und Ellen) angegeben, welche mit den uns gegenwärtig bekannten sich nicht genau mehr vergleichen lassen.

Bald nachdem aber die Wissenschaften im Abendlande wieder einer neuen Blüthe entgegengingen, fing man an, sich mit anhaltenderem Fleifse und daher auch mit gröfserem Erfolge der Enträthselung dieser Frage über die Gestalt und die Gröfse der Erde zu widmen. Als den Ersten, welcher in dieser Beziehung wieder eine Unternehmung wagte, nennt man einstimmig den französischen Arzt Fernel, im J. 1525. Er bestimmte die Polhöhe von Paris, ging dann nördlich auf dem Wege nach Amiens fort, bis diese Polhöhe sich um 1^0 genau verändert hatte, und nun mafs er die Länge des Weges, den er in einem Wagen zurückgelegt hatte, durch die Zahl der Umläufe seiner Räder. Nachdem er ferner von dem so gefundenen Resultate nach willkührlicher Schätzung noch etwas für die Krümmungen des

Weges abgezogen hatte, bestimmte er die Länge des Grades zu 57070 Toisen. Gewifs ist es wohl nicht mehr als ein merkwürdiger Zufall, dafs diese Gröfse ziemlich genau mit den wahrscheinlichsten unter den neuesten Angaben übereinstimmt.

Nächst Fernel war der Erste, welcher sich mit Unternehmungen dieser Art beschäftigte, der Geometer Willebrord Snellius zu Leyden. Er versuchte es im J. 1615, einen Bogen des Meridians zwischen Alkmaar und Bergen op Zoom zu messen, und diese Arbeit macht Epoche in der Wissenschaft, weil bei ihr zuerst die Schwierigkeiten überwunden wurden, welche darin lagen, dafs die gemessenen Bogen bisher stets genau in der Richtung des Meridians hatten liegen müssen. Snellius mafs nämlich bei Leyden zuerst eine Standlinie direct, und construirte sodann auf derselben ein Dreieck; er suchte die Winkel in demselben und fand dann durch Rechnung die beiden andern Seiten. Diese dienten ihm dann wieder wie jene zu Standlinien, und so gelangte er durch eine Reihe von aneinandergehängten Dreiecken dazu, eine beträchtliche Entfernung in einem Meridiane genau zu bestimmen, ohne sie unmittelbar zu messen, was ja selten genau geschehn kann. Es war diefs mithin also die erste Anwendung des seither allgemein üblichen Triangulations-Verfahrens bei Ausmessungen gröfserer Landstrecken. Dieses in seinen Grundsätzen völlig richtigen Verfahrens ungeachtet waren indessen die Resultate, welche dabei gewonnen wurden, keinesweges genügend, denn sowohl die sehr unvollkommene Beschaffenheit der gebrauchten Instrumente, als auch die ungeheure Weitläuftigkeit der damals noch nöthigen Rechnungen (Snellius kannte nämlich die Logarithmen noch nicht) erzeugten bedeutende Irrthümer, und so bestimmte er denn die Länge eines Breitengrades in Holland zu 55021 Toisen, welches, wie Picard später zeigte, viel zu klein war. Uebrigens sah er selbst, wie dabei sein

Verwandter und Nachfolger Musschenbroek versichert, einige seiner Irrthümer wohl ein, und um sie zu verbessern, setzte er später (1622) seine Messung bis Mecheln fort; doch überraschte ihn der Tod, noch bevor er die Resultate dieser neuen Arbeiten berechnet hatte, und als Musschenbroek etwa 100 Jahre später diese Berechnungen ausführte, die von Snellius gemessenen Winkel berichtigte, waren bereits zuverlässigere Bestimmungen vorhanden.

Nach einigen Versuchen anderer Physiker, unter welchen namentlich die Bemühungen von Norwood noch Erwähnung verdienen, welcher in den Jahren 1633 bis 1635 den Bogen von London nach York mit der Kette mafs, und dabei die Länge eines Grades zu 57424 Toisen fand, war unstreitig die vollkommenste und auch die letzte jener Messungen, welche noch entschieden von dem Grundsatze ausgingen, dafs die Erde eine völlige Kugelgestalt besitze, die von Pierre Picard im Jahre 1669 ausgeführte. In Folge einer Verordnung König Ludwigs XIV. nämlich mafs dieser ausgezeichnete Geometer eine Reihe von Dreiecken von Malvoisine bis Amiens, welches fast genau in dem Meridiane von Paris liegt, und da er sich zuerst hiebei sehr verbesserter Instrumente, insbesondere der mit Kreuzfäden und Mikrometerschrauben versehenen Fernröhre bediente, so war er im Stande, eine weit gröfsere Genauigkeit als seine Vorgänger zu erreichen, denn er konnte nicht nur dabei mit wenigen Dreiecken auskommen, sondern auch die Winkel viel genauer messen. Er bestimmte dadurch die Länge eines Meridiangrades, zwischen Paris und Amiens, zu 57060 Toisen, und diese Bestimmung ist so genau, dafs sie noch jetzt völlige Brauchbarkeit in allen Fällen hat, wo wir den Einflufs von der Abplattung der Erde vernachlässigen können; auch Newton und Huygens bedienten sich derselben bei ihren Untersuchungen über die Gravitations-Gesetze.

Uebrigens genügten Picard selbst die Resultate dieser seiner ersten Operation noch nicht völlig; er schlug daher vor, die von ihm im Meridiane von Paris begonnene Messung wo möglich über ganz Frankreich auszudehnen, und, unterstützt durch die Protection des Minister Colbert begannen Joh. Dominique Cassini, dessen Sohn Jacob Cassini, de la Hire und Maraldi bereits im J. 1680 eine Reihe von Messungen, sowohl südlich als nördlich von Paris. Nach mehreren langen Unterbrechungen hatte man endlich nach dem Tode des ältern Cassini bis zum J. 1718 die Messung einer Linie vollendet, welche man von Dünkirchen bis Collioure (unweit Perpignan) an der Südgrenze des Reichs fortsetzte. Die Resultate dieser Unternehmung, welche der jüngere Cassini 1718 zusammenhängend bekannt machte, welche aber zum Theil schon seit 1701 und früher bekannt wurden, waren in der That sehr überraschend. Es fand sich nämlich wiederholentlich, dafs in dem gemessenen Bogen keinesweges alle Meridiangrade gleich grofs waren, sondern vielmehr dafs sie von Norden gegen Süden regelmäfsig an Gröfse zunahmen, so dafs z. B. die mittlere Gröfse eines Grades zwischen Paris und Collioure zu 57097, die eines Grades zwischen Paris und Dünkirchen dagegen zu 56960 Toisen, also mit einer Differenz von 137 Toisen oder 822 Fufs gefunden ward.

Dieses Verhältnifs aber konnte unstreitig bei einer vollkommenen Kugelgestalt der Erde nicht stattfinden; vielmehr würde sich, aus der gegen Süden regelmäfsig fortschreitenden Zunahme in der Gröfse der Grade, der auch schon von Cassini gezogene Schlufs ergeben, dafs die Erde gegen den Aequator hin flächer, weniger gekrümmt als an den Polen, oder anstatt einer Kugel ein eiförmig verlängerter Körper sey.

Die Nothwendigkeit einer solchen Gestalt unseres Erdkörpers, bei den erwähnten Voraussetzungen, ist sehr

einleuchtend. Mit Berücksichtigung des im Vorhergehenden Gesagten sieht man nämlich ein, dafs, wenn die Erdoberfläche eine Ebene wäre, man auf ihr, so weit man wolle, nach Norden oder Süden reisen könnte, ohne dafs sich ein Himmelskörper am Horizont gegen Süden oder Norden unter demselben verbergen würde. Wäre sie aber noch mehr gewölbt als sie ist, so würde sich ein sichtbarer Gegenstand noch früher, als gegenwärtig geschieht, unsern Augen entziehn. Mufs man also auf irgend einem Theile der Erdoberfläche länger als auf einem andern gegen Norden wandern, bis ein Stern, der gegen Süden einen Grad über den Horizont erhaben ist, sich darunter verbirgt, so folgt daraus unmittelbar, dafs in ersterer Gegend die Krümmung der Erdoberfläche geringer als in letzterer werde seyn müssen.

Jene unmittelbar aus den Messungen des Cassini u. s. w. hergeleitete Folgerung über die Gestalt unseres Erdkörpers machte begreiflicherweise sehr viel Aufsehn; sie erregte indefs noch ganz besonders grofse Aufmerksamkeit unter den Gelehrten, weil gerade um dieselbe Zeit die beiden ausgezeichnetsten Physiker ihrer Zeit, Newton und Huygens, geleitet von ihren Entdeckungen über die Gesetze der Gravitation und der Schwungkraft im Kreise, durch eine Reihenfolge sehr geistreicher Combinationen, eine ganz davon abweichende Gestalt des Erdkörpers als die wahrscheinlichste, ja als nothwendig erkannt hatten, falls diese Gesetze in der Natur ihre Bestätigung finden sollten. Es hatten nämlich diese beiden grofsen Physiker, der erstere im J. 1686, der andere 1688 den wichtigen Satz aufgestellt: dafs die Erde in der Voraussetzung des Gleichgewichtes ihrer Theile (in welcher sie ja allein in beharrlichem Zustande bestehn kann), nur die Form eines an den Polen abgeplatteten Sphäroids haben könne.

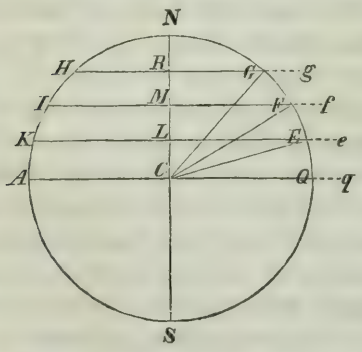
Es wird nicht unpassend seyn, jetzt dem Gange der

Untersuchungen zu folgen, welche zur Ermittlung dieser von damals an als allgemein richtig erkannten und später immer mehr bekräftigten Wahrheit gedient haben. Bereits ist oben zur Bekräftigung der Vorstellung von der Kugelgestalt unserer Erde der Satz aufgestellt worden, dafs ein flüssiger Körper, und als solchen wollen wir unsere Erde in dieser Untersuchung stets betrachten, sich nur dann im Zustande des völligen Gleichgewichtes befinden könne, wenn er eine kugelförmige Gestalt besitze, d. h. wenn alle seine Theile sich um einen gemeinsamen Mittelpunkt gleichförmig vertheilt finden. — Dieser an sich unbedenklich richtige Satz gilt indefs nur, wenn alle Theile des Erdkörpers als in Ruhe befindlich, als verschont von den Angriffen einer jeden beliebigen andern Kraft gedacht werden können. Nun aber ist bekannt, dafs ein solcher Zustand der Ruhe in der That bei der Erde nicht statt findet, sondern dafs sie sich den Grundsätzen des copernicanischen Systems zufolge alle 24 Stunden einmal um ihre Axe dreht. Untersuchen wir daher nun, was dieses Verhältnifs für eine Veränderung in der Anordnung ihrer Theile werde hervorbringen können.

Um die nun folgende Reihe von Betrachtungen vollständiger fassen zu können, wird es nöthig seyn, sich beim Eingange derselben zu erinnern, dafs die Kraft, welche alle Theilchen der Erde in einer kugelähnlichen Vertheilung zusammenhält, mit dem Namen der Gravitation oder der Schwerkraft belegt wird. Sie wirkt gleichmäfsig auf alle Theile unseres Planeten ein, sie ist es ja bekanntlich, die Alles auf seiner Oberfläche an ihm festhält, und die Untersuchungen der Physiker lehren, dafs wir uns dieselbe am vollkommensten unter dem Bilde einer Thätigkeit vorstellen können, welche alle Theile des Erdkörpers zu einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte, dem der Erdkugel, hinzuführen strebt; man nennt daher auch wohl oft diese Kraft der Schwere sehr passend die

Centripetalkraft. Diefs vorausgesetzt untersuchen wir nun ferner die Eigenschaften eines Körpers, welcher um einen Mittelpunkt ununterbrochen im Kreise bewegt wird, so werden wir sehr leicht finden, dafs derselbe durch die Bewegung den Einflüssen einer Kraft ausgesetzt ist, welche ihn ununterbrochen von dem Mittelpunkte zu entfernen strebt. Sobald wir den Versuch machen, einen Körper um einen Mittelpunkt kreisförmig schwingen zu lassen, wird er sogleich von demselben fortgeschleudert werden, falls nicht irgend etwas ihn in diesem Bestreben zurückhält und an den Mittelpunkt wieder befestigt. Dieses Bestreben bewegter Körper aber, den Mittelpunkt ihrer Drehung zu verlassen, ist es, was man unter dem Namen der Schwungkraft, oder auch eben so richtig als Centrifugal- oder Fliehkraft, bezeichnet.

Wendet man nun diefs auf die Verhältnisse der Theilchen des um seine Axe bewegten kugelförmigen Erdkörpers an, so wird es passend seyn, zur Erläuterung denselben als aus einer Menge von kreisrunden Scheiben zusammengesetzt zu denken, welche der Ebene des Aequators parallel liegen. Es sey z. B. *NQSA* ein Durchschnitt der Erdkugel, *MS* seine Axe, *AQ* der Aequator, so kann man sich denselben als aus einer Reihe Scheiben zusammengesetzt denken, die durch *KE*, *JF*, *HG*, angedeutet sind. Bewegt sich nun diese Kugel um ihre Axe, so wird ein jeder Theil an der Oberfläche dieser Scheiben einen Kreis um irgend einen Mittelpunkt in der Axe beschreiben. Nun stehn aber alle diese Theilchen unter dem Einflusse zweier Kräfte, der Schwerkraft, welche sie sämmtlich gegen den Mittelpunkt



der Kugel C hindrängt, und also in den Richtungen QC, EC, FC, GC wirkt, und der Fliehkraft, welche sie sämmtlich von dem Mittelpunkte ihrer Umdrehung forttreibt, welche also hier in den Richtungen CQ, LE, MF, RG wirkt. Könnten daher dieser letztern Kraft folgend die Theilchen bei Q, E, F, G etc. nachgeben, so würden sie in derselben Richtung weiter vorwärts gegen q, e, f, g getrieben werden, falls die Wirkungen der Schwere sie nicht davon abhielten. Nun ist aber aus der Figur ersichtlich, dafs die Schwerkraft keineswegs mehr auf alle diese Punkte der Erdoberfläche gleichartig einwirken kann, denn in der Ebene des Aequators z. B. ist die Richtung der Schwungkraft CQ gerade entgegengesetzt der der Schwerkraft QC, in E dagegen ist diefs nicht so direct, sondern nur theilweise der Fall, und in F, G etc., je näher wir den Polen rücken, immer weniger und weniger. Es ist also klar, dafs bei der Bewegung der Erde die Wirkungen der Schwere mit der Annäherung an den Aequator einen immer gröfseren und gröfseren Theil der Fliehkraft zu überwinden haben, oder mit andern Worten, dafs die Stärke der Schwerkraft von den Polen zum Aequator hin immer mehr und mehr abnehmen müsse.

So würde sich die Sache schon verhalten, wenn die Fliehkraft am Rande aller Scheiben eine gleiche Gröfse hätten; allein diese Kreisscheiben werden immer kleiner und kleiner, je mehr sie sich von der Ebene des Aequators entfernen; diese hat unter allen den gröfsesten Umfang, und der letzte Kreis am Pole sinkt auf einen blofsen Punkt zusammen. Nun vollenden bei einer Umdrehung der Erde um ihre Axe alle diese Scheiben ihren Umlauf in einer und derselben Zeit (23 St. 56′ 4″), die Geschwindigkeit aller der Punkte an der Oberfläche derselben mufs daher immer schneller und schneller seyn, je gröfser der Kreis ist, den sie in gleichen Zeitabständen zurückzulegen haben, d. h. unter dem Aequator mufs

die Schnelligkeit der Bewegung der Erde am gröfsesten seyn, und nach den Polen mufs sie allmählig immer mehr und mehr abnehmen.

Nun liegt es aber, wie leicht einzusehn, in den Gesetzen der Schwungkraft, dafs ihre Stärke immer gröfser und gröfser wird, je schneller die Bewegung des rotirenden Körpers ist, d. h. die Theilchen werden mit um so gröfserer Heftigkeit fortgeschleudert, je schneller sie um den Mittelpunkt ihrer Bewegung getrieben werden. Es wird also die Schwungkraft der Theilchen nach dem Aequator zu immer gröfser und gröfser, der Einflufs der ihr entgegenstehenden Schwerkraft dorthin immer geringer werden. Nach den Polen hin aber wird die Schwerkraft stets zunehmen, und an dem Pole selbst endlich wird sie ganz unvermindert wirken, weil dort alle drehende Bewegung aufhört.

Welcher Natur nun der Einflufs werde seyn müssen, den diese als nothwendig erwiesenen Verhältnisse auf die Gestaltung des Erdkörpers ausüben, versteht sich fast von selbst, ohne ausführlichere Erläuterungen. Wir haben den Erdkörper bei diesen Betrachtungen als eine flüssige, d. h. als eine in allen ihren Theilen verschiebbare Masse angenommen, welche im Stande ist, dem Einflusse der auf sie einwirkenden Kräfte nach allen Richtungen hin nachzugeben; rotirt nun dieselbe, so werden die unter dem Aequator befindlichen Theilchen ein gröfseres Bestreben haben, den Wirkungen der Schwungkraft zu folgen, als die den Polen näher liegenden. Ihr nachgebend werden dieselben daher sich auch beträchtlich mehr von dem Centralpunkt der Schwere, welcher zugleich auch der Centralpunkt der Bewegung ist, entfernen, als die andern. Dieses Bestreben also wird sich nothwendig darin äufsern, dafs die Oberfläche unter dem Aequator sich erheben, oder dafs ihr Durchmesser sich in dieser Richtung vergröfsern, der von Pol zu Pol aber

sich verkleinern wird: aus der Kugelgestalt unserer Erde wird mithin die eines an seinen Polen abgeplatteten Sphäroides werden.

Huygens und Newton, welche fast gleichzeitig diesen rein aus der Theorie genommenen Satz aussprachen, suchten denselben natürlich auch so viel als es seyn konnte aus Gründen der Erfahrung zu sichern. Huygens zunächst bediente sich dabei des Versuches mit einer weichen Thonkugel, welche auf eine Axe gesteckt und schnell herumgedreht die erwähnte Gestalt annahm. Er zeigte ferner, dafs, wenn es gewifs sey, dafs wenigstens der aus Wasser bestehende Theil unserer Erdoberfläche sich seinen Ansichten füge, doch auch zugleich daraus folge, dafs das Festland derselben im Allgemeinen an der Gestaltung desselben Theil nehme, denn wenn das Festland sich an den Polen genau in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte der Erde befände, als am Aequator, so müfste das Meer in den letztern Regionen sich nothwendig über das Festland erhoben, oder dasselbe überschwemmt haben; nun aber liegen ja gerade unter dem Aequator grofse und beträchtlich erhabene Ländermassen, es mufs also der feste Theil unserer Erde in der Zeit, in welcher sie ihre gegenwärtige Gestalt erhielt, sich in verschiebbarem (flüssigem) Zustande befunden haben, und erst später erstarrt seyn. Huygens berechnete übrigens auch nach theoretischen Grundsätzen die Gröfse des Verhältnisses der Länge der beiden Haupt-Erddurchmesser, und glaubte dasselbe wie 578 zu 577 ansetzen zu dürfen. Die Abplattung des Erdsphäroids an den Polen betrüge also nach ihm $\frac{1}{578}$ des Durchmessers unter dem Aequator; eine Gröfse von etwa $1\frac{1}{2}$ geographischen Meilen.

Newton glaubte dies letztgenannte Verhältnifs, andern Grundsätzen der Berechnung folgend, etwa wie 230 zu 229, also die Abplattung an den Polen zu $\frac{1}{230}$ oder etwa 4

geogr. Meilen annehmen zu müssen, ein der Wirklichkeit näher kommendes, aber zugleich noch viel zu grofses Verhältnifs *). Einen Beweis für die Richtigkeit seiner Grundsätze aber glaubte er auch zugleich noch in der Entdeckung des älteren Cassini von 1691 finden zu dürfen, da derselbe beim Jupiter eine sehr ansehnliche Abplattung an den Polen gefunden hatte; ja man sagt sogar, dafs ihn diese Entdeckung Cassini's eigentlich zuerst auf Betrachtung der Gestalt unserer Erde gebracht habe.

Es war übrigens sehr natürlich, dafs man sich, bald nachdem diese merkwürdigen Entwickelungen von Huygens und Newton erfolgt waren, nun auch angelegentlich nach directen Beweisen umsah, welche die Wahrheit derselben durch die Erfahrung zu bestätigen im Stande waren. Solch ein Beweis konnte im Grunde nur auf einerlei Weise geführt werden, nämlich durch directe Messungen von Meridiangraden, bei welchen, falls die neue Ansicht als richtig befunden ward, die Grade vom Aequator nach den Polen hin um ein Bestimmtes an Gröfse zunehmen mufsten. Aus den bisher deshalb angestellten besten Messungen war nicht nur kein Beweisgrund für, sondern sogar einer gegen die neue Ansicht zu entnehmen. Die zahlreichen Anhänger Newton's aber verwarfen das Resultat der Operationen von Lahire und Cassini als ungenau, und stimmten darin überein, dafs es nöthig sey, möglichst weit von einander entfernte Bogenstücke eines Meridians zu messen, in welchen die Verschiedenheit in der Länge der Grade deutlicher hervortreten könne, als bei so nahe an einander liegenden Bogentheilen, bei welchen die Gröfse der Fehler sehr leicht die des ganzen wahren Längen-Unterschiedes übertreffen konnte.

---

*) Vergl. hiebei Sir Isaac Newton's Leben von Brewster, deutsche Uebersetzung, p. 131.

Diesen Zweck nun so vollkommen als möglich zu erreichen, veranstaltete die Akademie zu Paris eine der kostspieligsten und glänzendsten Unternehmungen, welche bis dahin je zur Beförderung der Wissenschaften waren ausgerüstet worden; sie veranlafste nämlich durch den Minister Maurepas und den Cardinal Fleury, dafs eine Expedition von Astronomen und Naturforschern nach Südamerika abgesendet wurde, um dort wo möglich selbst am Aequator die Gröfse eines Meridiangrades zu messen. An die Spitze derselben stellte man die hochverdienten Männer La Condamine und Bouguer (Begleiter war u. a. auch der Botaniker Jussieu), die Spanier gaben denselben den rühmlichst bekannten Don Antonio de Ulloa mit, und so reisten sie denn im Mai 1735 zu ihrer Bestimmung ab. Nachdem sie sich in Südamerika an einigen Orten, Carthagena, Porto Cabello, vorläufig orientirt hatten, hielten sie es für das Passendste, das Hochthal von Quito, welches zwischen zwei parallelen Bergketten sich fast gerade von Norden nach Süden erstreckt, und welches überdiefs gerade vom Aequator durchschnitten wird, zum Schauplatze ihrer Operationen zu machen.

Noch bevor sie indefs dieselben vollendet hatten, veranlafste der so ungemein rege wissenschaftliche Eifer in Frankreich den Minister Maurepas, noch eine andere Expedition aus der Mitte der Akademie nach einem möglichst entfernten Theile der Polargegenden zu senden. Man wählte dazu Lappland, und stellte an die Spitze der Unternehmung die Herren Maupertuis und Clairaut, welche im Anfang des Jahres 1736 nach Schweden abreisten; dort gesellte sich noch zu ihnen der schwedische Astronom Celsius, und nachdem sie lange nach einem geeigneten Landstriche gesucht hatten, fanden sie denselben bei Torneâ, wo sie ein Dreiecknetz von Torneâ bis zum Berge Kittis bei Pello über eine Längen-Erstreckung von noch nicht völlig 1^0 (nämlich $57' 28\frac{3''}{4}$)

zogen, und während des Winters eine Standlinie auf der gefrornen Ebene der Torneâ-Elf mafsen.

Schon im Jahre 1738 kehrten sie wieder zurück, und brachten das Resultat mit, dafs der Grad dort in der Nähe des Nordpols (66° Br.) 57437 Toisen lang sey, in der That eine sehr bedeutende Differenz von der Länge des durch Picard bestimmten Meridiangrades (= 377 Toisen), welche vollkommen zu Gunsten der Newton'schen Theorie sprach. Maupertuis und Celsius nahmen daher auch keinen Anstand, in eignen Schriften diese Theorie als durch die Erfahrung begründet darzustellen. Alle Zweifel aber, welche inzwischen noch hätten gehegt werden können, verschwanden, als nun auch die Resultate der nach Peru entsandten Beobachter bekannt wurden.

Die Expedition dieser Männer hatte inzwischen wunderbare Schicksale gehabt, denn mit zahlreichen Schwierigkeiten kämpfend, wurden sie zwei Jahre lang mit der Ausführung ihrer Arbeiten aufgehalten, und nachdem sie die Länge eines 3° 22′ langen Bogenstückes unmittelbar nördlich vom Aequator gemessen hatten, zerstreuten sie sich, um auf verschiedenen Wegen nach Europa zurückzukehren; Bouguer, welcher über Mexiko ging, erschien in Frankreich bereits im Jahre 1744; La Condamine aber beschiffte den Amazonenstrom seiner ganzen Länge nach, nahm von ihm zuerst eine sehr berichtigte Karte auf, und kam erst 1746 nach Europa. Ulloa hielt sich lange Zeit in Chili auf, über welches Land wir von ihm sehr schätzbare Bemerkungen besitzen, und kam um's Cap Horn nach Europa zurück.

In Frankreich ferner begannen die ersten Darstellungen der Resultate der peruanischen Arbeiten mit gegenseitigen Befehdungen zwischen Bouguer und La Condamine, welche einander gegenseitig die Ehre des Antheils an der Unternehmung streitig machten; doch bestimmten sie endlich einstimmig die Länge des ersten Me-

Meridiangrades am Aequator zu 56753 Toisen, also 307 Toisen kürzer als der von Picard gemessene, und 684 Toisen kürzer als der von Maupertuis. Solch eine Gröfse von mehr als 4000 Fufs war denn nun freilich wohl zu bedeutend, als dafs man sie den Folgen eines Beobachtungsfehlers fortan hätte zuschreiben können, da überdiefs diese Beobachtungen mit sehr guten Instrumenten angestellt waren. Man konnte daher füglich die grofse Frage durch das Resultat dieser glänzenden Anstrengungen als vollkommen befriedigend gelöst ansehn.

Unmittelbar nach der Vollendung dieser Arbeiten übrigens zeigte sich's zugleich auch, dafs die früher von den Cassini's in Frankreich gefundenen abnormen Resultate ganz entschieden auf sehr wohl nachweisbaren Fehlern (ungleicher Länge der Toisen etc.) beruhten, welche der Grofssohn des Dominique, Cassini de Thury, und La Caille im Jahre 1740 auffanden.

Nachdem nun einmal im Allgemeinen das genannte Resultat aufserhalb des Widerspruches gestellt worden war, bemühte man sich noch vielfach, auf eine genauere Weise mit der Gestalt und der Gröfse unseres Erdkörpers durch, an verschiedenen Puncten wiederholte Gradmessungen bekannt zu werden. Man stellte deren bis in die neueste Zeit viele an, von denen indefs jedoch nur einige eine besondere Hervorhebung verdienen. Der nächste, welcher sich nach den eben genannten wieder mit einer Gradmessung beschäftigte, war La Caille, welcher im Jahre 1750 das Kap der guten Hoffnung besuchte, um dort die Sterne des südlichen Himmels zu beobachten; er mafs einen Grad in der Nähe der Kapstadt (unter 33° 18′ 30″ Br.), und bestimmte dessen Länge auffallend kurz zu 57037 Toisen. Die Genauigkeit dieser seiner Messung ist zwar mehrfach angefochten worden, doch schwerlich wohl je mit überzeugenden Gründen; auch bleibt sie bis auf den heutigen Tag immer noch merkwürdig, da sie die einzige bisher in

der südlichen Hemisphäre unternommene Arbeit dieser Art ist.

In Europa wurden inzwischen einige werthlose Arbeiten dieser Art ausgeführt, in Italien durch Boscovich (1751 bis 1753) und Beccaria (1768), so wie in Oestreich durch Liesganig 1760, welcher, wie später Pasquich erwiesen hat, einen Irrthum von etwa 4000 Toisen beging; auch mafsen Mason und Dixon 1764 bis 1768 in der Ebene von Pennsylvanien einen Grad, den 39sten (genauer 1° 28′ 45″), mit der Mefskette, wobei Irrthümer unvermeidlich waren. Eine, grofses Vertrauen verdienende Gradmessung von ansehnlicher Ausdehnung ward 1783 in England durch den General Roy begonnen, und nachdem mehrere daran gearbeitet hatten, 1803 von Mudge beendigt; sie begriff fast 3° (2° 50′ 24″) von der Insel Wight bis Clifton (bei Doncaster), und nach ihren stets für sehr zuverlässig anerkannten Bestimmungen beträgt der Grad in jenen Breiten (52°) =57069 Toisen. Merkwürdig ist hierbei zugleich, dafs durch eine sonderbare Anomalie der nördlichste dieser drei gemessenen Grade beständig etwas kürzer gefunden wurde als der südliche.

In dieselbe Zeit fallen ferner noch einige andere Gradmessungen, welche besondere Erwähnung verdienen. Das Zutrauen in die Messungen von Maupertuis war nämlich durch Aufdeckung zahlreicher Fehler gänzlich gesunken, und die schwedische Akademie hielt es deshalb für nothwendig, dieselbe einer neuen Prüfung zu unterwerfen. Sie schickte daher im Jahre 1801 eine Expedition nach Lappland, an deren Spitze die geschickten Geometer Svanberg und Ofverbom standen. Diese erfüllte ihren Auftrag mit musterhafter Gewissenhaftigkeit, und indem sie etwas mehr als einen Grad nordwärts Torneå mafsen, fanden sie die Länge desselben 57196 Toisen, also in der That sehr bedeutend geringer (um 241 Toisen) als die Messung von Maupertuis, unge-

achtet dadurch die Differenz in der Länge der Grade gegen die weiter südlich gelegenen nicht aufgehoben wird.

Merkwürdig ist ferner eine grofse Gradmessung, welche in den letzten Jahren des vorigen und in den ersten dieses Jahrhunderts von Engländern in Ostindien, an der Küste Coromandel, ausgeführt ward. Sie wurde hauptsächlich durch die Bemühungen des Obristen Lambton bewerkstelligt, und begriff eine Erstreckung von fast 6 Meridiangraden vom Kap Comorin bis zu 14° nördlicher Breite; ja sie ist in neuesten Zeiten wahrscheinlich noch beträchtlich weiter fortgesetzt worden. Es fand sich danach die Länge eines Meridiangrades in 9° Br. =56760,8 Toisen.

Unstreitig aber die in ihrer Art vollendetste Gradmessung, welche alle andern an Gröfse der gemessenen Strecke, so wie an Vollkommenheit der dabei angewendeten Methoden übertrifft, ist die sogenannte neue französische, welche gleich in den ersten Jahren nach dem Ausbruche der französischen Revolution unternommen ward. Ihre Veranlassung war vorzüglich der Wunsch, ein in der Natur selbst begründetes Maafs-System, das später sogenannte Metrische System aufzustellen, zum Normalmaafs den bestimmten Theil von der Länge eines Meridiangrades zu wählen, und so also eine Einheit zum Grunde zu legen, welche ewig unveränderlich würde seyn müssen, und nur mit der Erde selbst würde verloren gehen können.

Mit der Ausführung dieses grofsartigen Unternehmens beauftragte der National-Convent im J. 1792 die Herren Mechain, Delambre und Borda, und die Operationen wurden sehr rasch begonnen. Man theilte sich in die Arbeit, und der nördliche Bogen ward von Delambre, der südliche von Mechain gemessen. Der Standlinien, zu deren genauer Nachmessung insbesondere Borda sehr sinnreiche Verfahrungsweisen anwendete, mafs man, zu gegenseitiger Controle zwei, eine bei Melun und die

andere bei Perpignan, und so erhielt man die Länge eines Meridianbogens von 9° 40′ 25″, welcher von Dünkirchen bis Barcellona reichte. Als diese Messung vollendet war, schien es wünschenswerth, sie so weit zu verlängern, dafs der 45ste Breitengrad, als der mittlere des Erdquadranten, genau in der Mitte der gemessenen Linie zu liegen kommen möchte. Mechain schlug deshalb vor, sie südwärts nach den balearischen Inseln hinüberzuführen; da er indefs an den Folgen der bei seinen frühern Arbeiten erlittenen Mühseligkeit starb, so ward diese Unternehmung für längere Zeit unterbrochen, bis endlich das National-Institut im J. 1806 die Herren Biot und Arago mit der Fortsetzung derselben beauftragte. Die Hauptschwierigkeit ihrer Arbeit bestand darin, die Küsten von Spanien mit den Balearen-Inseln in unmittelbare Verbindung zu bringen, und dieſs konnte nur an einer einzigen Stelle geschehn, indem man vom Monte Mongo an der Küste von Valencia die westlichste der Balearen, Formentera, unter günstigen Umständen mit bloſsen Augen entdecken konnte. Signale waren indefs in dieser Entfernung nicht wahrnehmbar, und man mufste daher seine Zuflucht zur Erleuchtung von Reverberen während der Nacht nehmen. Indefs nur nach Ueberwindung zahlreicher Schwierigkeiten gelang diese Verfahrungsweise und mit ihr die Möglichkeit, den gemessenen Bogen noch um fast drei volle Grade zu verlängern (2° 41′ etc.); denn die ganze gemessene Linie von Dünkirchen bis Formentera betrug nun 12° 22′ 13,44″. Der 45ste Breitengrad ward danach zu 57027 Toisen Länge festgesetzt. — Es war der Gedanke des National-Conventes gewesen, als Einheit des allgemein eingeführten Maafs-Systems einen bestimmten Theil von der Gröfse des durch diese Messungen ermittelten Erdquadranten zu nehmen; man wartete indefs die vollkommene Ausführung dieser Arbeiten nicht ab, sondern bestimmte nach der Linie von Dünkirchen bis Barcellona, in Verbindung mit den Mes-

sungen von Bouguer etc., die Gröfse des Erdquadranten zu 5130740 Toisen. Davon nahm man den zehnmillionten Theil als Maafs-Einheit, und nannte diesen ein Mètre. Die Länge desselben beträgt 443,296 paris. Linien oder 3 Fufs 11,296 Linien.

Man hat später die von den Franzosen gemessene Linie mit jener der Engländer verknüpft und den Plan gehabt, sie nördlich bis zu den Shetlands-Inseln fortzuführen, wodurch zu den oben erwähnten 12° noch volle 10 Meridiangrade wenigstens hinzukommen würden. Biot ward deshalb im Jahre 1819 nach der nördlichsten der Shetlands-Inseln, Unst, gesendet; es ist aber nichts von den etwa in dieser Beziehung gewonnenen Resultaten bekannt geworden.

Noch sind gegenwärtig zwei, mit aller Sorgfalt ausgeführte Gradmessungen im Werke, welche eine besondere Aufmerksamkeit verdienen, nämlich die eine von Schumacher und Gaufs durch ganz Dänemark und Niedersachsen, die andere von Struve, Walbeck und Argelander durch einen Theil von Rufsland und Finnland, in dem Lande Europa's, welches am meisten unter allen sich zur Messung einer bedeutenden Reihe aneinanderhängender Meridiangrade eignet.

Fragen wir nun nach den Resultaten, welche durch diese zahlreichen und beträchtlichen Anstrengungen für die Gestalt unserer Erde gewonnen wurden, so kann man sich im Allgemeinen nicht verhehlen, dafs dieselben keinesweges vollkommen befriedigend ausgefallen sind, denn ungeachtet sich die ausgezeichnetsten Mathematiker, wie La Place, Euler, Delambre, Puissant etc., damit beschäftigt haben, die Ergebnisse der oben erwähnten Messungen in Rechnung zu nehmen, so ist es doch ausnehmend schwer, ja unmöglich gewesen, in das Ganze eine beruhigende Einheit zu bringen. In der Voraussetzung nämlich, dafs der Erdkörper ein regelmäfsig an seinen Polen abgeplattetes Sphäroid sey, müfsten alle

seine Meridiane als Ellipsen erscheinen, und diese sämmtlich unter einander gleich seyn. Es müfste daher auch nothwendig bei Berechnung dieser Ellipsen ganz gleich seyn, ob man ein Stück eines und desselben Meridiankreises oder zwei Stücke von verschiedenen zur Berechnung der Form dieser Ellipsen anwendete, und eben in diesem Verfahren würde die Probe von der Richtigkeit der vorausgeschickten Ansicht liegen.

Nun aber hat die Erfahrung gelehrt, dafs, je nachdem man verschiedene gemessene Meridianbögen mit einander vergleicht, stets auch eine oft sehr beträchtlich abweichende Form der Ellipse, welche den Meridian bildet, daraus zu folgen pflegt. Schon Bouguer kam deshalb auf den Gedanken, dafs die Oberfläche unserer Erde doch vielleicht wohl eine nicht ganz regelmäfsig elliptische Krümmung haben könne, und selbst La Place äufserte diese Meinung, da er fand, dafs aus der für sich allein in Rechnung genommenen Linie von Dünkirchen bis Barcellona eine Abplattung $=\frac{1}{150}$ folgte, welche sich weder mit den Gesetzen der Schwere, noch mit allen andern hier in Betracht kommenden Rücksichten in Einklang bringen läfst. — Andere, wie z. B. Klügel, dagegen glaubten, dafs die Ansicht von der elliptischen Gestalt des Erdkörpers sich doch noch in Einklang mit den Resultaten der Messungen werde bringen lassen, wenn man annähme, dafs die ursprüngliche Axe des Sphäroids, als es sich bildete, eine von der gegenwärtigen Umdrehungs-Axe verschiedene Lage gehabt habe, eine Ansicht, für welche neuerdings wieder einige Vorliebe entstanden ist, da sich zugleich noch die Lösung einiger geologischen Probleme daran anzuschliefsen scheint.

Dem sey nun indefs, wie ihm wolle, so ist doch gewifs, dafs, wenn wir die als besonders zuverlässig bekannten Gradmessungen unter einander vergleichen, wir doch fast immer in der Voraussetzung einer Ellipsengestalt der Meridiane eine nur wenig abweichende Angabe

für die Gröfse der Abplattung erhalten. Es ist diefs ein Resultat, welches durch Anwendung geschickter Vergleichungen insbesondere von Zach gewonnen hat, nach welchem die Abplattung als Mittel aus allen Angaben $=\frac{1}{310}$ ist. Aus der Vergleichung der Linie von Dünkirchen nach Barcellona mit der peruanischen Messung, welche zur Bestimmung der Gröfse des Erdquadranten diente, folgt die Abplattung nach Puissant $=\frac{1}{309}$, Le Gendre berechnete für ein ähnliches Verhältnifs $=\frac{1}{305}$, die französische und englische Gradmessung gaben mit einander verglichen $\frac{1}{334}$. Ganz neuerlichst endlich hat Herr Munke *) noch die Resultate der fünf zuverlässigsten Gradmessungen mit einander verglichen, nämlich die peruanische, ostindische, französische, englische und neue nordische, und indem er aus allen (18) Resultaten das Mittel zog, erhielt er die Gröfse der Abplattung $=\frac{1}{307,7}$. Es ist also nach Allem aus den Resultaten der Gradmessungen sehr wohl abzunehmen, dafs unsere Erde wirklich ein der Kugel genähertes Sphäroid sey, dessen Abplattung an den Polen zwischen $\frac{1}{300}$ bis $\frac{1}{350}$ liegt, d. h. dessen Axe etwa um 3 geographische Meilen kürzer ist als der Durchmesser des Aequators.

Die Abweichungen übrigens, welche die Resultate verschiedener, selbst mit gröfsester Sorgfalt angestellter Messungen von einander geben, können, wie man allgemein übereinstimmt, dennoch immer sehr wohl ihren Grund in ganz unvermeidlichen Ungenauigkeiten des Verfahrens haben. Um nämlich die Gröfse eines Meridianbogens am Himmel anzugeben, mufs man, falls ein Meridian eine Ellipse ist, dieselbe durch den Winkel bestimmen, welche die auf die beiden Endpunkte dieses Bogens gezogenen Senkrechten mit einander machen. Um die Senkrechte zu bestimmen, bedienen wir uns aber des

*) Physikalisches Wörterbuch. Bd. III. S. 872.

Pendels, indem wir annehmen, dafs derselbe überall wirklich senkrecht auf der gekrümmten Oberfläche der Erde stehe. Diefs aber ist in der That nicht überall der Fall, denn die Lage des Pendels selbst wird durch die Anziehung aller einzelnen Theile der Erde auf dasselbe bestimmt, und sie würde senkrecht seyn, wenn die Erde aus einer gleichförmig dichten Materie bestände. Diefs aber ist, wie wir wissen, keineswegs der Fall, da bei den an der Oberfläche liegenden Theilen ein grofser Unterschied der Dichtigkeit in den neben einander befindlichen Körpern bemerkt wird. Es müssen daher in dieser Beziehung der Genauigkeit schädliche Abweichungen vielfältig vorkommen. Diese aber werden in der That noch vermehrt durch die Unebenheiten der Erdoberfläche, indem grofse Bergmassen, welche schnell abstürzen, bedeutende Unregelmäfsigkeiten in der Anziehung des Pendels hervorrufen, worüber schon Bouguer in den Cordilleren, Maskelyne am Shehallien in Schottland, Beccaria in den Apenninen durch Erfahrung belehrt wurden, und worauf wir später noch zurückkommen werden.

Einige andere von den bemerkten Abweichungen mögen ihren Grund übrigens auch wirklich in wahren Unregelmäfsigkeiten der äufsern Umrisse des Erdkörpers haben, deren Ursache wir nicht kennen. So namentlich einige Unregelmäfsigkeiten in Frankreich, ferner das wunderliche Verhältnifs in England, vermöge dessen man den nördlichen Grad der Messung bei den scrupulösesten Wiederholungen stets um etwa 550 Fufs (91,5 Toisen) kürzer fand, als den unmittelbar daran stofsenden südlichen. Aeufserst merkwürdig scheint ferner die von La Caille am Kap beobachtete Unregelmäfsigkeit, vermöge deren die Erde in ihrer südlichen Hälfte stärker abgeplattet zu seyn scheint, als in ihrer nördlichen, eine Erscheinung, welche namentlich in neuesten Zeiten Delambre wieder hervorgehoben hat und dadurch zu begründen sucht, dafs

die südliche Hemisphäre das meiste Wasser besitzt, und daher den Wirkungen der Schwungkraft weit schneller und vollständiger Folge leisten müsse, als die starre Masse des Festlandes, welche in der nördlichen Hemisphäre herrscht.

Uebrigens verdient wohl besonders hervorgehoben zu werden, dafs wir bisher nur von den Resultaten der Messungen bestimmter Reihen von Meridian- oder Breitengraden gesprochen haben; es ist aber sehr klar, dafs man sich auch eine Ansicht von der Gestalt und der Gröfse der Erde durch die Messung von Längengraden wird verschaffen können. Diese Messungen sind indefs sehr schwer mit einiger wünschenswerthen Genauigkeit auszuführen, da die scharfe Bestimmung des Längen-Unterschiedes der Orte durch die Zeit noch ungleich mehr Schwierigkeiten darbietet, als die Bestimmung der Polhöhe bei gemessenen Breitengraden. Nichts desto weniger sind indefs auch diese Unternehmungen versucht worden. Namentlich waren es Cassini der Sohn und Maraldi, welche zuerst in den Jahren 1733 bis 1734 eine Reihe von Längengraden senkrecht auf dem Meridian von Paris gegen Westen mafsen; sie setzten später diese Messungen östlich bis Strafsburg fort. Indefs waren die Resultate wenig Vertrauen erregend; eben so ging es mit einer ähnlichen Messung, welche später 1740 Cassini der Enkel in Südfrankreich zwischen Cette und Aix ausführte, und mit einer ähnlichen von Lambton in Indien. Dagegen ist in der neuesten Zeit eine sehr merkwürdige Arbeit dieser Art zu Stande gebracht worden, welche in Frankreich, durch Brousseaud begonnen, aus der Nähe von Bordeaux nach Genf hin fortgesetzt, und von dort durch Nicollet und Pictet nach Piemont, dort aber durch Plana und Carlini bis nach Padua geführt worden ist, eine ungemein schöne Arbeit, bei welcher eine Menge höchst schätzbarer geographischer Bestimmungen, besonders im Gebiete der Alpen, gemacht

wurden. Diese Unternehmung ist zugleich auch die erste dieser Art, welche hinlängliche Bürgschaft darbietet, dafs sie zur Bestimmung der Gestalt des Erdkörpers mit benutzt werden könne: ihre Resultate sind von Puissant in Rechnung gezogen worden, und je nachdem man einzelne Theile des gemessenen Bogens verglich, wurde daraus eine Gröfse der Abplattung innerhalb der Schwankungen von $\frac{1}{271}$ bis $\frac{1}{202}$ erhalten; letzteres, welches der früher dafür angegebenen Gröfse ungemein nahe kommt, war das Resultat aus der Gesammtvergleichung der drei gemessenen Hauptstücke.

Von den Pendelmessungen.

Es giebt indefs noch eine andere, ungemein sinnreiche und von der bisher behandelten Art ganz verschiedene Weise, sich über die Gestalt der Erde zu unterrichten. Es sind diefs die Versuche durch Pendel-Schwingungen, welche wir hier noch kurz betrachten wollen.

Unstreitig mufs es auf den ersten Blick wohl etwas wunderbar scheinen, wie man durch Beobachtungen der Schwingungen des Pendels, d. h. irgend eines schweren an einem Faden aufgehängten Körpers, dahin gelangen könne, eine Bestimmung von den Verhältnissen der Erdaxe zum Erddurchmesser des Aequators zu erhalten. Einige Erläuterungen werden indefs hinreichen, die hierbei stattfindende Reihenfolge von Schlüssen einleuchtend zu machen.

Bekanntlich nimmt ein Faden, an welchem irgend ein schwerer Körper aufgehängt wird, so wie er zur Ruhe gelangt, die lothrechte Richtung an; bringt man ihn nun willkührlich aus dieser Richtung heraus, so wird er, sobald man ihn in Freiheit läfst, sogleich wieder in dieselbe zurückkehren. Was ihn zu dieser Bewegung oder zu dieser Rückkehr in die lothrechte Richtung aber bestimmt, ist sehr deutlich nichts Anderes als die Anzie-

hung der Erde oder die Schwerkraft. Durch diesen Einfluſs in der lothrechten Stellung angelangt, wird der Pendel nun indeſs keinesweges in derselben verbleiben, denn vermöge des gezwungenen Falles, den er bis dahin gethan hat, wird er mit einer gewissen Geschwindigkeit in der Vertikalstellung ankommen, und vermöge der der Materie inwohnenden Kraft der Trägheit wird ihn dieselbe über das Ziel seines Strebens hinaustreiben; er wird dann so viel über die Vertikale hinausgehn, bis die Einwirkung der Schwere wieder so mächtig auf ihn wirkt, daſs sie im Stande ist ihn zurückzureiſsen. Er wird dann wieder über die Vertikale auf der entgegengesetzten Seite hinausgehn, oder mit andern Worten, er wird Schwingungen machen, und zwar so lange bis sie durch die mechanischen Hindernisse, welche sich der freien Bewegung des Pendels entgegenstellen, vernichtet werden. Man sieht also, daſs die Schwingungen des Pendels im Wesentlichen von den Wirkungen der Schwerkraft abhängen, und es folgt daraus nothwendig, daſs mit Zunahme oder Abnahme derselben diese Schwingungen, welche ja nichts anders als ein modificirtes Fallen sind, auch an Schnelligkeit werden zu- oder abnehmen müssen. Es ist aber ferner die Schnelligkeit der Bewegung eines Pendels nächst der Intensität der Schwerkraft, wie uns die Physik lehrt, auch noch abhängig von der Länge des Fadens, an welchem das Gewicht hängt, und zwar so, daſs die Schnelligkeit der Schwingungen mit der Länge desselben stets abnimmt. Je kürzer ein Pendel ist, desto schneller werden seine Schwingungen seyn, oder mit andern Worten, desto mehr Schwingungen wird dasselbe in einer und derselben Zeit machen müssen.

Wendet man nun diese Grundsätze auf die Lösung des hier vorgelegten Problems an, so ist klar, daſs, im Fall unsere Erde eine regelmäſsige Kugelgestalt besäſse, die Kraft der Anziehung in allen Punkten ihrer Oberfläche gleich stark würde seyn müssen, da sie ja alle gleich

weit von dem gemeinsamen Mittelpunkte entfernt wären; es würde daher ein Pendel von gleicher Länge unstreitig an allen diesen Orten, in gleichen Zeiträumen, gleich viel Schwingungen machen. Nun aber haben wir bereits früher gesehn, dafs die Anziehung oder Gravitationskraft bei dem gegenwärtigen Zustande der Dinge keinesweges auf allen Punkten der Erdoberfläche gleich grofs sey, vielmehr unter dem Aequator am schwächsten, und an den Polen am stärksten, so dafs sie von jenem zu diesen allmählig und regelmäfsig an Stärke immer zunehme. Es werden daher auch die Schwingungen eines gleich langen Pendels an Schnelligkeit immer zunehmen, je mehr man sich vom Aequator entfernt; oder umgekehrt ein Pendel, welches bei uns z. B. 60 Schwingungen in einer Minute macht, wird, wenn es unter den Aequator gebracht würde, dazu eine etwas gröfsere Zeit brauchen, oder wenn es dort noch dieselbe Schnelligkeit der Bewegung haben soll, wird man es um ein Bestimmtes verkürzen müssen.

Diese doch sehr nothwendige und consequent aus den Grundsätzen der Wissenschaft abgeleitete Reihe von Betrachtungen war sonderbar genug lange Zeit hindurch den Physikern entgangen, bis sie von Picard, wie man gewöhnlich annimmt, in Anregung gebracht wurde. Er bemühte sich zuerst bei Gelegenheit seiner eben erwähnten Gradmessung (1669) auf den nothwendigen Unterschied in der Länge gleich schnell schwingender Pendel aufmerksam zu machen. Da indefs die von ihm angewendeten Beobachtungs-Methoden nicht genau genug waren, so konnte er seine Grundsätze nicht durch die Erfahrung bestätigt finden; ja er kam sogar auf den Satz, dafs das Pendel zu Paris und im Haag, später auch zu Uranienborg bei Kopenhagen, und zu London genau gleich lang sey für gleiche Schwingungen.

Es war daher gewifs zur Widerlegung dieser unrichtigen Thatsache ein für die Wissenschaft sehr er-

spriefsliches Ereignifs, dafs gerade um dieselbe Zeit (1671) der Astronom Richer, von der Pariser Akademie nach Cayenne geschickt ward, um dort unter 5° nördl. Breite astronomische Beobachtungen zu machen. Er bekam zugleich den Auftrag, dabei auf den nothwendigen Unterschied in der Pendellänge zu achten; diefs wäre indefs kaum nöthig gewesen, denn es zeigte sich ihm sehr bald, dafs seine aus Paris mitgebrachte Uhr in Cayenne zu langsam ging, das sie regulirende Pendel dort zu seinen Schwingungen eine gröfsere Zeit brauchte, täglich zwei Minuten mehr. Es war also nothwendig, dieses Pendel zu verkürzen, um es schneller gehn zu machen, und zwar um 1,25 Linien, die er auch richtig wieder zusetzen mufste, als er mit derselben Uhr nach Paris zurückkehrte. Diese Beobachtung erregte zuerst grofses Aufsehn, und man wollte sie anfangs durch die höhere Wärme erklären, welche zu Cayenne das Pendel verlängert hätte; man überzeugte sich indefs bald, dafs die dafür mögliche Correction nicht hinreiche. Die französische Akademie schickte daher einige andere Astronomen, Varin, Deshayes und de Glos, wesentlich zur Ausmittlung dieser Angelegenheit nach den Inseln des grünen Vorgebirges; und da diese auch dieselbe Erscheinung fanden, so stellten sowohl Huygens als Newton die Behauptung auf, es sey diefs eine Folge der durch die Rotation der Erde erzeugten Schwungkraft.

Die Resultate, welche die Beobachtungen dieser ersten Anfänge gegeben hatten, waren natürlich sehr ungenau, doch lenkten sie fortan die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand, und man nahm ihn daher mit besonderer Vorliebe bei Gelegenheit der oben erwähnten, zum Behufe der Gradmessung nach Peru und nach Lappland geschickten, Expedition wieder auf. Die dabei angestellten Beobachtungen von Bouguer und Maupertuis sind die ersten, welche mit einiger Sorgfalt ausgeführt und in die Reihe derjenigen gestellt wurden, deren man

sich zur Berechnung der Gestalt unserer Erde bedient hat. Unmittelbar nach ihnen vermehrte sich die Zahl solcher Untersuchungen wie die der Gradmessungen und selbst in noch höherem Grade. Die daraus hervorgegangenen Resultate blieben indefs lange Zeit hindurch äufserst unzuverlässig und gaben die widersprechendsten Werthe, offenbar weil die Ausführung einer ihrer Grundlage nach so höchst einfachen Operation mit sehr grofsen Schwierigkeiten verknüpft ist, die nur durch sehr vollkommne Apparate und eine aufserordentliche Genauigkeit im Beobachten überwunden werden können *). Es handelt sich hier nämlich in den meisten Fällen um genaue Beobachtung ungemein kleiner Gröfsen, da der ganze Unterschied in der Länge des Secundenpendels, vom Pol bis zum Aequator, nicht über 0,2 englische Zoll beträgt, auch können die Eigenthümlichkeiten der Orte, wo die Versuche gemacht werden, so wie die Nähe grofser Bergmassen, die verschiedene Beschaffenheit des Bodens u. s. w. einen sehr ansehnlichen Einflufs auf die Ergebnisse ausüben, wofür viele Erfahrungen sprechen.

Nichts desto weniger hat man durch gesteigerte Sorgfalt bei Einrichtung der Instrumente und deren Behandlung auch diese Hindernisse in der neuesten Zeit mit Glück überwinden gelernt, und zwar gebührt die Ehre dieses Fortschrittes wieder vorzugsweise den Franzosen, welche damit vorangingen, und nächst ihnen den Engländern, welche zur Erreichtung dieses Zweckes einen aufserordentlichen Aufwand von Kosten und Beharrlichkeit anwendeten.

Der Erste, welcher nach eigner Methode mit unbedingt unangefochtner Genauigkeit eine Pendellänge durch Anwendung sehr sinnreicher Apparate bestimmte, war Borda. Während Delambre und Mechain mit der Messung der Meridiangrade beschäftigt waren (in den

*) Biot, *Astronomie physique*, *Tome III. p.* 148.

Jahren 1792 bis 1794), bestimmte er die Länge des Sekundenpendels in Paris, und zwar hauptsächlich in der Absicht, um dieselbe nach dem Vorgange von Huygens als Grund-Einheit für das neue Normalmaafs vorzuschlagen. Er ermittelte die Gröfse desselben zu 440,5593 pariser Linien oder zu 3 Fufs 8,5 Linien. Die Beobachtungen so weit fortzusetzen, dafs darauf hätten Untersuchungen über die Gestalt der Erde gegründet werden können, verhinderte sein frühzeitiger Tod. Die Akademie liefs indefs diesen Gegenstand nicht fallen, sondern veranlafste mehrere ihrer Mitglieder, die begonnenen Arbeiten eifrigst fortzusetzen. Insbesondere beschäftigten sich Biot und Arago mit Bestimmung der Pendellängen an mehreren Hauptstationen des, durch Frankreich gemessenen Meridians, indem sie bei Formentera anfingen (die andern Orte waren Clermont, Bordeaux, Figeac und Dünkirchen) und sich dabei der Methode von Borda bedienten. Später, als es die Zeitverhältnisse gestatteten, setzte Biot diese Beobachtungen noch weiter gegen Norden fort, und bestimmte namentlich im J. 1817 noch die Pendellänge für zwei Orte in Schottland, für Leith bei Edinburg und für die Insel Unst.

Gleichzeitig begannen die Engländer die unstreitig grofsartigsten und wohlausgeführtesten Unternehmungen, welche in dieser Beziehung versucht worden sind. Nämlich theils veranlafst durch das auffallend anomale Resultat, welches die englische Gradmessung gegeben hatte, mehr aber noch durch den Wunsch, eine wissenschaftliche Einheit in ihr Maafs- und Gewichts-System zu bringen, äufserten die Repräsentanten der Nation dort den Wunsch nach einer möglichst genauen Bestimmung der Pendellänge an vielen Punkten in weit von einander entlegenen Breiten. Es ward diefs der Gegenstand eines Parlamentsbeschlusses vom 15. März 1816, und man übertrug die Hauptleitung des ganzen Unternehmens dem Kapitain Kater. Dieser beschäftigte sich zunächst mit gro-

fser Genauigkeit mit Bestimmung der Pendellänge zu London, dann verglich er dieselbe mit der an den Hauptstationen der englischen Gradmessung, und führte dabei insbesondere den Gebrauch der von ihm sogenannten unveränderlichen Pendel ein, welche seither der Wissenschaft so sehr grofsen Nutzen geleistet haben.

Man war nämlich früher daran gewöhnt, die Länge des einfachen Sekundenpendels an verschiedenen Orten meist durch direkte Messungen zu bestimmen, und die Ausführung dieser Operation hatte an vielen Orten grofse Schwierigkeiten. Es giebt aber noch ein anderes Verfahren, was darin besteht, dafs man ein und dasselbe Pendel von unveränderter Länge an den verschiedenen Stationen schwingen liefs, und aus der vermehrten oder verminderten Anzahl seiner Schwingungen, in gleichen Zeiträumen, durch Rechnung bestimmte, um wieviel das Pendel verkürzt oder verlängert werden müsse, damit es genau eine Schwingung in einer Sekunde mache. Diefs war im Wesentlichen das Verfahren, welches Kater wählte. Er erkannte den grofsen Vortheil, Pendel von gleicher Länge und fehlerfreier Arbeit zu London unter seinen Augen machen zu lassen, und diese nach verschiedenen entlegenen Punkten der Erde zu senden, wo man nun weiter nichts nöthig hatte, als die Zahl ihrer Schwingungen in einer gegebenen Zeit zu zählen. Er vermied so den Fehler, welcher aus der ungenauen Messung der Länge des Pendels, und ebenso auch den, der aus etwaniger Beschädigung entstehn konnte; denn er erhielt seine Pendel wieder nach London zurück, und dort mufsten sie von Neuem wieder mit den Normalpendeln übereinstimmen.

Viele Reisende machten fortan von dieser neuen und so bequemen Vorrichtung Gebrauch, und so vermehrte sich die Zahl der zuverlässig bekannt gewordenen Pendellängen ungemein. Ganz besondres Verdienst haben um diesen Gegenstand die Arbeiten des Kapitain Sa-

Sabine, welcher von der englischen Regierung überaus freigebig zur Erreichung seiner Zwecke ausgerüstet wurde. Derselbe begleitete zuerst den Kapitain Parry auf seiner ersten Reise 1819 nach der Baffinsbay, überwinterte mit ihm auf Melville's Eiland, und machte dort zahlreiche Beobachtungen; dann ging er im Jahre 1822 auf einem besonders dazu ausgerüsteten Schiffe nach den Küsten von Afrika, der Sierra Leona, nach der Insel Ascension und Brasilien, und kaum von dieser Reise zurückgekehrt, schickte man ihn mit einem der Schiffe von Parry's zweiter Expedition 1823 nach Spitzbergen, von wo er suchen sollte, so weit als möglich nach Norden vorzudringen. Er gelangte auf diese Weise bis 81° nördlicher Breite, und beobachtete die Pendellänge mit den vortrefflichsten Instrumenten auf einer Reihe von Stationen, vom 13ten Gr. südlicher Breite bis 80° nördlicher Br. Inzwischen machte noch ein andrer sehr ausgezeichneter See-Offizier, Kapitain Basil Hall, gleichfalls im Auftrage der Regierung, Beobachtungen der Pendellänge zu Rio Janeiro, auf den Gallopagos-Inseln und an der Küste von Mexiko, zu San Blas, welche den bisher erwähnten zur Vervollständigung dienen und sehr schätzbar sind. Endlich gehören hierher noch die Beobachtungen, welche Kapitain Freycinet auf seiner Reise um die Welt (1820 etc.) anstellte; sie fallen fast sämmtlich in die südliche Hemisphäre (Port Jackson, Malwinen, Rawak, Guam, Movi, Isle de France, Rio de Janeiro, Kap). Es ist diefs ein Schatz von genauen Messungen, welcher den gesteigerten Eifer unserer Zeitgenossen für die Physik der Erde auf das Rühmlichste beurkundet.

Die Resultate dieser zahlreichen Bemühungen sind trotz der vielerlei Schwierigkeiten, welchen ihre Anwendung unterliegt, in der That recht befriedigend ausgefallen, denn die Messungen von Biot geben für die Abplattung der Erde die Gröfse von $\frac{1}{304}$, Sabine's Resul-

tate schwanken, wenn man seine nordischen Stationen mit einander berechnet, zwischen $\frac{1}{312}$ und $\frac{1}{314}$; aber merkwürdig genug giebt die Vergleichung sämmtlicher genauen Beobachtungen von Sabine und Kater eine viel gröfsere Abplattung $=\frac{1}{288}$, und eben so führen auch Freycinet's Beobachtungen zu der Zahl $=\frac{1}{286}$. Uebrigens hat sich bei dieser Gelegenheit auch, so weit man bestimmt urtheilen kann, die gröfsere Abplattung der südlichen Halbkugel, welche la Caille beobachtet zu haben glaubte, nicht bestätigt.

Aeufserst merkwürdig ferner sind die Erfahrungen, welche bei dieser Gelegenheit Kapitain Sabine über den Einflufs der Beschaffenheit des Bodens auf das Ergebnifs der Pendelbeobachtungen gemacht hat; er fand, dafs besonders immer die zu oberst liegenden Schichten darauf einwirkten, weniger die darunter befindlichen, und bei einigen Gebirgsarten war der Einflufs so constant, dafs man aus den Ergebnissen der Pendelschwingungen auf die Beschaffenheit der obern Erdlagen hätte zurückschliefsen mögen. Besonders störend (beschleunigend für die Zahl der Schwingungen) wirkten Basalt und vulkanischer Boden, und am indifferentesten bewiesen sich die lockern Schichten des aufgeschwemmten Landes.

Da wir nun durch diese Untersuchungen das Problem von der abgeplatteten Gestalt unserer Erde als von allen Seiten gelöst ansehn können, so ist es wohl passend, noch hinzuzufügen, dafs auch an den andern Planeten bisher ähnliche Erscheinungen in den Verhältnissen ihrer Gestalt beobachtet wurden. Auch sie müssen daher ursprünglich flüssig gewesen seyn und durch die Rotation um die Axe ihre Form erhalten haben.

Am stärksten und viel stärker wie an der Erde zeigt sich die Abplattung am Jupiter, an welchem zuerst Cassini diese Erscheinung i. J. 1691 beobachtete.

Dieser Planet hat 1478mal mehr Masse als die Erde, und dreht sich dabei mit der ungeheuren Schnelligkeit von 9 Stunden 56 Minuten um seine Axe. Daraus kann man abnehmen, wie aufserordentlich bei ihm in der Ebene des Aequators die Wirkung der Schwungkraft seyn müsse. Er zeigt sich daher auch selbst schon durch mäfsig vergröfsernde Fernröhre in plattgedrückter Gestalt, und das Verhältnifs seiner Durchmesser ist nach zuverlässigen Angaben wie 14:13, also die Abplattung $=\frac{1}{14}$.

Saturn, der bei 1030mal mehr Masse als die Erde seine Umwälzung in 10 Stunden 16 Minuten vollendet, zeigt nach Herschel's Entdeckungen ein ganz ähnliches Verhältnifs; seine Durchmesser stehn zu einander wie 36:35, und zugleich findet bei ihm der Fall statt, auf welchen schon Klügel als bei der Erde möglich hindeutete. Es liegt nämlich die Ebene des gröfsesten Durchmessers nicht in der Ebene des Aequators, sondern sie neigt gegen dieselbe unter 43° 20'. Auch am Mars hat Herschel deutlich eine Verschiedenheit seiner Durchmesser beobachtet; an den kleinern Planeten aber hat man bis jetzt dergleichen noch nicht mit Sicherheit wahrgenommen.

Am Schlusse dieses Abschnittes mögen noch einige Angaben über die wahrscheinlichsten Gröfsenverhältnisse der Erde einen Platz finden. Setzt man nämlich die Abplattung des Erdsphäroids als wahrscheinlichstes Mittel aus den vorhandenen Messungen $=\frac{1}{307}$, so findet sich danach

Der Halbmesser			
des Aequators	3 271 691 Tois.	=859,43	geogr. Meil.
Die halbe Axe	3 260 964 -	=856,617	- -
	Unterschied	2,813	- -

Der Umfang
des Aequators 20 556 640 Tois. = 5400,00 geogr. Meil.
Ein Grad unter
dem Aequator 56727,954 - = 14,90 - -
Ein Grad unter
den Polen 57289,615 - = 15,04 - -
Unterschied 0,14 geogr. Meil.
oder 3369,9 Fufs.

Diese Gröfsen können als der Wahrheit sehr nahe stehend betrachtet werden; die Art, wie sie gefunden werden, näher zu entwickeln, ist ein Gegenstand der mathematischen Geographie. Es ist indefs noch pafslich hier zu bemerken, dafs von diesen Bestimmungen die Gröfse der verschiedenen üblichen Meilenmaafse abgeleitet ist und stets auf sie bezogen wird. Das allgemeine Grundmaafs derselben ist die gewöhnlich so genannte geographische Meile, welche den 15ten Theil eines Grades unter dem Aequator ausmachen soll; man rechnet dieselbe gewöhnlich =3806,78 Toisen oder 22840,68 pariser Fufs. Unsere preufsische Postmeile beträgt etatsmäfsig 23113,0 pariser Fufs, ist also noch um 272,32 Fufs länger als die geographische.

Von der Dichtigkeit der Erde.

Unmittelbar an die Betrachtung von den Dimensionsverhältnissen des Erdkörpers schliefst sich naturgemäfs die Frage nach der Dichtigkeit oder dem specifischen Gewicht desselben, welche uns auf eine fruchtbringende Weise mit der Beschaffenheit seiner Masse vertrauter macht. Es fragt sich: Welch ein Gewicht hat die Erdkugel? wiegt sie so viel als eine gleich grofse Masse von den Gesteinen, welche wir als ihre feste Oberfläche zusammensetzend kennen, als Granit, Kalkstein oder Schiefermasse — oder hat sie im Ganzen das Gewicht irgend eines der bekannten Metalle? oder gar nur das

des Wassers? Diefs sind Fragen, deren Beantwortung uns ein Urtheil über die Anwendbarkeit mancher über die ursprüngliche Bildung des Erdkörpers aufgestellten Hypothesen oder mancher Theorien über die Ursachen einiger physischen Eigenthümlichkeiten der Erde giebt. Glücklicherweise gebührt der Vollendung, welche die Wissenschaft in den neueren Zeiten erlangt hat, auch der Ruhm, etwas zur befriedigenden Lösung dieser wichtigen Fragen beigetragen zu haben.

Um über die Dichtigkeit oder das specifische Gewicht unserer Erde durch aus der Erfahrung entnommene Mittel einen Aufschlufs zu erlangen, hat man im Allgemeinen bisher zwei Methoden angewendet, welche kürzlich in Folgendem bestehen.

Der älteste und vielleicht auch der zuverlässigste Weg beruht auf Beobachtung der Ablenkung des Pendels von der Senkrechten durch die Anziehung einer benachbarten Bergmasse. Diese Erscheinung war, wie schon früher erwähnt, wohl unstreitig zuerst von La Condamine und Bouguer bemerkt worden, indem Letzterer namentlich fand, dafs der Chimborazo das Pendel um 7 bis 8 Secunden aus der senkrechten Richtung entfernte. Zur Lösung dieses Problems aber bediente sich einer solchen Erscheinung zuerst Maskelyne und mit ihm der Mathematiker Hutton. Der Erstere beobachtete nämlich in den Jahren 1774 bis 1776 in den Umgebungen des isolirt aufsteigenden Berges Shehallien in Perthshire (einer Grafschaft in Schottland nördlich von Edinburg), welcher einen von Osten nach Westen fortlaufenden Rücken bildet, und fand nach einer sehr grofsen Reihe von Beobachtungen an Fixsternen den Zenithunterschied zweier Orte, welche in Norden und Süden gleichweit von der Basis des Berges entfernt liegen, $=54{,}6$ Secunden, während ihr Unterschied in der geographischen Breite nur 42,94 Secunden war. Diese Abweichung von 11,66 Secunden mufste daher in einer un-

richtigen Angabe des Zeniths durch die abgelenkte Stellung des Pendels liegen, und die Hälfte derselben, =5,83 Secunden, war höchst wahrscheinlich die einfache Anziehung des Berges auf das Pendel.

Es kam nun zunächst darauf an, diese Anziehung des kleinen Berges mit der zu vergleichen, welche die Erde auf das Pendel ausübt, um es in senkrechter Stellung zu erhalten. Hutton unterzog sich den dazu nöthigen, äufserst mühseligen Berechnungen *), und fand danach, dafs die Anziehung der gesammten Erde zu jener des nahen Shehallien sich wie 17781:1 verhalte, und hieraus folgte dann wieder unmittelbar, dafs die specifischen Dichtigkeiten beider Körper (das Gewicht von gleich grofsen Theilen ihrer Masse) sich sehr nahe wie 9:5 verhalten. Um nun hiernach das specifische Gewicht von der Masse der Erdkugel zu erhalten, darf man nur das des Berges kennen, und da derselbe nach den geognostischen Untersuchungen, welche Hutton zum Grunde legte, aus körnigem Quarz, Glimmerschiefer und Kalkstein besteht, so setzte er sein Gewicht im Mittel mit grofser Wahrscheinlichkeit auf =2,75.

Da nun 5:9=2,75:4,95, so hat man 4,95 als die wahrscheinlichste Zahl für die Dichtigkeit unseres Erdkörpers. Dieses zuerst von Hutton gefundene überraschende Resultat hat in späteren Zeiten nur sehr unbedeutende Abänderungen erlitten, ungeachtet es sehr vielfältig geprüft worden. Zunächst die zum Grunde gelegten astronomischen Beobachtungen haben sich als völlig untadelhaft bewiesen, und es kam nun nur noch auf eine recht genaue Untersuchung der geognostischen Beschaffenheit des Berges an. Dieser unterzog sich 1811 mit grofsem Fleifs der bekannte schottische Geognost Playfair **), in Gemeinschaft mit Lord Webb Seymour;

*) Philos. Transact. 1775 und 1778.

**) Philos. Transact. 1811. 347. Gilb. Annal. XLIII. 62.

er berechnete aus dem specifischen Gewichte aller beobachteten einzelnen Schichten das des Berges im Mittel =2,81. Hieraus aber folgte mit einigen kleinen Aenderungen des Hutton'schen Calculs die Dichtigkeit der Erde:

Für den Fall, dafs der Kern des Shehallien bis unter dem Horizonte des Observatoriums aus Glimmerschiefer bestände . . . . . =4,867

Für den Fall, dafs das Innere des Shehallien körniger Quarz sey . . . . . =4,559

Das Mittel aus beiden Angaben ist . . . =4,713

Es ist auffallend, dafs diese Zahl ganz ungemein gut übereinstimmt mit einer, auf ähnlichem Wege durch den Mailänder Astronomen Carlini erhaltenen. Bei Gelegenheit der oben erwähnten Messung von Längengraden nämlich bestimmte derselbe die Länge des einfachen Secundenpendels auf dem Mont Cenis *). Durch Vergleich mit der von Biot bestimmten Länge des Pendels zu Bordeaux fand er sie um eine constante Gröfse (0,210 Millm.) zu grofs. Die Differenz aber mufste Wirkung der Anziehung des Berges seyn; und mit möglichst genauer Berücksichtigung der geognostischen Beschaffenheit (spec. Gew. =2,66) und der Gröfse desselben erhielt man daraus das Resultat für die Dichtigkeit der Erde =4,39.

Der zweite zur Ermittlung dieses Werthes eingeschlagene Weg ist die Beobachtung mittelst der Drehwaage, welche Cavendish zuerst angewendet hat. Er beruht gleichfalls auf der Stärke der Anziehung, welche die Körper auf einander ausüben.

Die sogenannte Drehwaage ist in ihrer Einfachheit bekanntlich zuerst von dem grofsen Physiker Coulomb erfunden worden und in England zuerst von Michell verfertigt. Sie besteht im Wesentlichen aus einem, an

*) Effemeride di Milano. 1824. Append. p. 28.

einem Faden aufgehängten, leichten Wagebalken, welcher bestimmt ist, durch seine Schwingungen ganz kleine Kräfte des Stofses, der Abstofsung und Anziehung zu messen. — An die Enden dieses Hebelarmes befestigte Cavendish mittelst feiner Drähte zwei Bleikugeln von 2 Zoll Durchmesser. Diesen konnten nun zwei andere grofse Bleikugeln von 8 Zoll Durchmesser, welche an kupfernen Stangen befestigt waren, willkührlich genähert werden, und aus der Zahl der Schwingungen sowohl, als aus der directen Ablenkung des Wagebalkens schlofs man dann auf die Gröfse der Anziehung, welche die grofsen Bleimassen auf die kleinen ausübten. Die specifische Dichtigkeit dieser Bleimassen im Verhältnisse zu der des Wassers ist bekannt, die Anziehungskraft (oder Gravitation) der Erde kann aus den Gesetzen der Pendelbewegung oder des freien Falls der Körper gefunden werden; man kennt eben so das Verhältnifs der Durchmesser der Bleikugeln und des Erdkörpers, kurz man hat nun alle Elemente beisammen, um als einzige unbekannte Gröfse die Dichtigkeit der Erde zu finden. Diesen Weg verfolgend, führte Cavendish an einer sehr complicirt gewordenen Vorrichtung im Jahre 1797 und 1798 eine Reihe von Versuchen aus, und trotz der zahlreichen Schwierigkeiten, welche bei den hier nöthigen, sehr genauen Messungen und Vermeidung aller Störungen durch Luftzug, Erschütterung u. dergl. zu überwinden war, erhielt er als Resultat für die Dichtigkeit der Erde die Zahl 5,48.

Da es sehr wahrscheinlich ist, dafs vermöge der unvermeidlichen Beobachtungsfehler, namentlich wegen des die Schwingungen vergrösernden Einflusses der Erschütterungen, diese Zahl etwas zu grofs ist, so werden wir veranlafst, den von Maskelyne und Hutton erhaltenen Werth für sehr zuverlässig zu halten, und zwar um so mehr, da die in neueren Zeiten auf rein theoretischem Wege aus den Gesetzen der Schwere und Zu-

sammendrückbarkeit der Körper abgeleiteten Resultate diesem Werthe sehr nahe kommen.

Es ist dieſs eine Untersuchung, in welche La Place sehr tief eingedrungen ist *), indem er die Dichtigkeit der uns bekannten Erdrinde wohl etwas hoch =3 setzt, das Meer als von geringer Tiefe (einer halben Meile) annimmt, und nach der Verdichtung der Theile gegen den Kern zu die Dichtigkeit des ganzen Erdsphäroids =4,76 findet. Neuerlichst hat Dr. Schmidt zu Göttingen, dem wir eine sehr reichhaltige mathematische Geographie verdanken, einen ähnlichen Weg eingeschlagen, und dabei die Dichtigkeit der Erde =4,785 gefunden **). Wir können daher in der That glauben, hier der Wahrheit sehr nahe gekommen zu seyn. Das Mittel aus allen Bestimmungen ist =4,936.

Das Resultat, welches wir aus diesen Bestimmungen über die Dichtigkeit der Erde ziehn können, lehrt uns mithin, dafs dieselbe bedeutend, ja fast um das Doppelte schwerer ist, als der Fall seyn würde, wenn sie in ihrer ganzen Masse aus den an ihrer Oberfläche herrschenden festen Substanzen, wie Granit, Kalkstein, Schiefer, zusammengesetzt wäre; denn diese Substanzen wiegen im Mittel nur 2,5 bis 2,6mal mehr als gleich grofse Wassermassen. Dagegen hat sie aber auch noch lange nicht das specifische Gewicht der am verbreitetesten vorkommenden Metalle, als Eisen (7,7), Kupfer (8,7—8,9), Zinn (7,3), Spiefsglanz (6,7), Blei (11,3) u. s. w. Indefs wäre es immer möglich, dafs ihr Inneres aus solchen gediegenen schweren Metallen, ihr Aeufseres aber bis zu gewisser Tiefe aus den leichten Steinarten bestände. Ueberdiefs wirkt an der Oberfläche noch die grofse Wassermasse mit, das Gewicht des Inneren bedeutend

---

*) *Mécanique céleste. T. V. p.* 46.

**) Lehrbuch. I. 387. §. 418.

herabzusetzen, und man hat so z. B. berechnet *), dafs, wenn die Dichtigkeit der festen Erdkruste im Mittel =2,77 ist (das Mittel aus dem specifischen Gewichte der bekanntesten Gebirgsarten), und wir das Wasser im Allgemeinen nur zu 1500 Fufs Tiefe annehmen, die ganze Erdrinde bis zu 2000 Fufs unter dem Meere nur ein specifisches Gewicht von 1,52 haben würde. Diefs Verhältnifs kann also wohl das specifische Gewicht eines metallischen Erdkerns sehr erniedrigen und es von 7,8—7,9 auf 4,936 herabsetzen. Doch dem sey nun, wie ihm wolle, so viel ist auf der andern Seite gewifs, dafs der Erdkörper nicht hohl seyn könne, wie zuweilen, besonders zur Erklärung der Erscheinungen des Magnetismus, vorausgesetzt worden ist; auch nicht, wie Franklin annahm, mit einer comprimirten Gasart gefüllt seyn könne (Gilbert LXII. 72.). Eben so mufs sich die Hypothese, dafs das Erd-Innere aus den metallischen Grundlagen der Kieselerde, Thonerde, der Alkalien u. s. w. zusammengesetzt sey, eine Hypothese, die man zur Erklärung der vulcanischen Erscheinungen benutzt hat, als unrichtig erweisen, wenn man erwägt, dafs diese Metalle ein geringeres specifisches Gewicht als das Wasser besitzen (Kalium 0,86, Natrium 0,97 nach Gay Lussac). So kann man also innerhalb gewisser Grenzen die Natur des Erd-Innern entziffern; doch bleibt Alles, was man hierüber sagen kann, immer nur in dem Gebiete sehr gewagter Hypothesen, welche zur Erklärung von einer oder der andern Erscheinung erdacht wurden.

II. Von den einzelnen Theilen des Erdkörpers.

Bisher ist der Erdkörper von uns in seiner Gesammtheit, als Planet, mit Allem, was ihm angehört, betrachtet worden. Wir wollen nun in's Einzelne dessel-

*) S. Parrot §. 43.

ben eingehn, um die physische Beschaffenheit oder die Kräfte und Eigenschaften der einzelnen Glieder des Erdorganismus näher kennen zu lernen. Um Ordnung und Uebersicht in diesen so unendlich reichhaltigen Gegenstand zu bringen, wird es passend seyn, folgende allgemeine Betrachtung vorauszuschicken.

Bei den Körpern, welche, so weit die menschliche Kenntnifs reicht, unsern Planeten zusammensetzen, bemerken wir, hinsichtlich ihres Aggregat-Zustandes, eine dreifache Verschiedenheit: sie sind nämlich entweder fest, oder flüssig oder luftförmig. Ueber das Wesen dieser drei Zustände, ihre Entstehung, Verschiedenheiten und Beziehungen zu einander, handelt die allgemeine Naturlehre; in der Anwendung auf den speciellen Zweig der Betrachtung hier aber gehn wir von diesen Begriffen aus, und unterscheiden demgemäfs an unserer Erde:

1) Einen festen Theil, den mineralischen oder die Erde im engern Sinne des Wortes.
2) Einen flüssigen Theil, das allgemeine Gewässer, das Meer und die Gewässer des Festlandes.
3) Einen luftförmigen Theil, den allgemeinen Luftkreis oder die Atmosphäre.

Diesen drei Hauptbestandtheilen des Erdkörpers gemäfs lassen sich alle Betrachtungen über denselben sehr naturgemäfs in drei entsprechende Abschnitte zerfällen, in:

1) die Lehre von der physischen Beschaffenheit des festen Theiles der Erde, im wahren Sinne des Wortes Geologie genannt;
2) die Lehre von der physischen Beschaffenheit des flüssigen Theiles der Erde, häufig Hydrologie oder auch wohl Hydrographie genannt;
3) die Lehre von der physischen Beschaffenheit des luftförmigen Theiles der Erde, schicklicher Atmosphärologie oder Meteorologie genannt.

Diese Lehren schliefsen einen so ungeheuren Reichthum von Gegenständen ein, dafs man jede derselben

ganz füglich als eine selbstständige Wissenschaft ansehen kann; daher ist es auch nicht verstattet, sie hier in voller Ausführlichkeit zu behandeln, vielmehr werden wir uns begnügen, aus den beiden ersteren das Bedeutungsvollere und Anziehendere hervorzuheben, und die letztere, die Atmosphärologie, einstweilen ganz übergehen.

A Von der Oberfläche des festen Theiles der Erde.

Unstreitig das Nächste, was uns bei der Betrachtung des festen Theiles an unserm Erdkörper entgegentritt, ist die Beschaffenheit seiner Oberfläche, von welcher wir dann später zu der Darstellung seiner innern Zusammensetzung übergehn werden, welche mit so vielen Verhältnissen der Oberfläche in sehr naher Beziehung steht, in deren Gebiete uns aber viel mehr Vermuthungen und gewagte Combinationen leiten, als in dem gegenwärtigen, wo die meisten Erscheinungen der Beobachtung unmittelbar offen stehen.

a. Umrisse und Vertheilung des Festlandes.

Nach den oben angegebenen Gröfsen-Verhältnissen hat die Erdkugel (ohne die Atmosphäre) eine Oberfläche von ungefähr $9\frac{1}{4}$ Millionen Quadratmeilen *). Indefs zeigt schon ein flüchtiger Blick auf einen Planiglob, dafs ein grofser Theil dieser Oberfläche vom allgemeinen Gewässer bedeckt ist, und sich so dem Gebiete dieser Forschungen entzieht, ja, näher betrachtet, dafs diefs sogar den gröfseren Theil ausmacht, denn wenngleich auch alle Umrisse des Festlandes noch nicht mit völliger Genauigkeit bekannt sind, so kommen doch die wahrscheinlichsten Schätzungen darin überein, dafs alles Festland an der Oberfläche kaum den dritten Theil derselben einnehme.

*) In Gehler's Wörterbuch (III. 1117.) 2ter Ausgabe steht die Zahl 9260500.

Nach einem von Klügel (in seiner Encyklopädie) gegebenen Werthe nimmt man die Oberfläche des Festlandes zu 3059675 Quadratmeilen an (also noch nicht ganz ein Drittel von $9\frac{1}{4}$ Millionen). Zimmermann ferner, welcher sich mit einer genauen Untersuchung dieses Gegenstandes beschäftigt hat, bestimmt das Verhältnifs des Festlandes, als des Wohnplatzes der Menschen, zu dem Gebiete des Meeres wie 10:27 (geogr. Gesch. des Menschen etc.).

Diese erste allgemeine Erscheinung beim Vergleich der Gröfse des Festlandes mit der des Wassers an der Erdoberfläche nöthigt zu einer sehr nahe liegenden Betrachtung. Da wir nämlich so eben erst gesehn haben, dafs unsere Erde die Grundzüge ihrer Gestalt allein dadurch kann erhalten haben, dafs sie sich als ein flüssiger Körper um ihre Axe drehte, so ist klar, dafs, wenn ein Theil dieser flüssigen Masse sich verdichtete und erstarrte oder fest wurde, diese Verdichtung zunächst um den Mittelpunkt des sich drehenden Sphäroids geschehn mufste, denn die schweren, stärker gravitirenden Theile werden sich natürlich mit gröfserer Kraft um den Mittelpunkt ihrer Anziehung versammelt haben. Es mufste daher nothwendig daraus hervorgehn, dafs das Material, welches den Erdkörper bildet, sich, nach den drei Aggregatzuständen, in drei concentrischen Hüllen von einander absonderte; der feste Theil derselben mufste den Kern bilden, darum concentrisch die Hülle des Wassers und um diese dann wieder die Atmosphäre liegen. So wäre der Zustand des Planeten in seiner höchsten Regelmäfsigkeit, und abgeleitet aus den Gesetzen seiner ersten Bildung zu denken. Das Festland müfste danach ganz von Wasser bedeckt seyn, und wenn wir es gegenwärtig über die Oberfläche desselben in grofsen Massen hervortreten und in die Atmosphäre hineinragen sehen, so ist doch diese Erscheinung, obgleich das Daseyn des Menschengeschlechts und eines so grofsen Theiles der

organischen Schöpfung von ihr abhängt, in der That nur als eine Störung der allgemeinen Gesetze des Gleichgewichts in der Vertheilung der Materie, als eine Anomalie in der Organisation des Planeten anzusehen. Wir werden noch später Gelegenheit haben, zu zeigen, wie sehr diese Ansicht sich auch vom geognostischen Standpunkte aus bestätigt, und wie das Erscheinen der Continente störende Natur-Ereignisse voraussetzt, welche die ursprüngliche Verbindung der einzelnen Theile der festen Erdkruste zerrissen haben.

Die Vertheilung und die Umrisse dieser, zur Atmosphäre hin dem Sonnenlichte entgegengehobenen Theile der Planeten-Oberfläche *) bieten im Allgemeinen einige sehr bemerkenswerthe Verhältnisse dar.

Schon ein einfacher Blick auf die Landkarte lehrt uns, dafs bei weitem der gröfseste Theil des Festlandes sich auf der Nordseite des Aequators befindet; reichlich zwei Drittel desselben gehören der nördlichen Hemisphäre an, während die südliche, so weit bis jetzt bekannt ist, durch das Wasser beherrscht wird. Der Anblick eines Erdglobus insbesondere lehrt, wie noch neuerlich Ritter hervorgehoben hat, dafs dieser Gegensatz zwischen Wasser und Land sich mit noch gröfserer Schärfe eigentlich unter dem Bilde einer nordöstlichen und südwestlichen Halbkugel (oder Kugelsegmentes) darstellen lasse, welche durch eine Linie von einander geschieden werden würden, die den Aequator in Nordost der Mosambikstrafse und am Küstenmeere von Peru etwa in einem Winkel von 45° durchsetzte; die nordöstliche kleinere wäre dann concentrirter die Land- und die südwestliche gröfsere die Wasser-Halbkugel (die continentale und pelagische Seite des Planeten), und die Scheidelinie zwischen beiden eigentlich mehr eine breite Zone, welche

*) Wie Ritter sagt: die Blüthenseite des planetarischen Gewächses.

über Wasserflächen und Gestadeländer hinziehend den ganzen Erdball umkreiset (Durchschnitt in 290° und 110°, von Ferro bis 200° und 20° bis 45°) *). In der Mitte der Landhalbkugel liegt Europa in möglichst vielseitiger Berührung mit den andern Continenten, und in der Mitte der Wasserhalbkugel die australischen Inseln aufser Berührung, erst durch Schiffe hineinzuziehn.

Doch es ist, wie bereits oben gezeigt wurde, verhältnifsmäfsig noch nicht sehr lange her, seit es möglich ist, die Oberfläche unseres Planeten von einem so übersichtlichen Gesichtspunkte aus darzustellen; denn Jahrtausende hindurch kannte der civilisirte Theil unseres Geschlechtes nur ein einziges, überall von dem Meere umfluthetes Festland, und dieses selbst nicht einmal bis zu seinen äufsersten Grenzen. Es war die grofse zusammenhängende Ländermasse, welche jetzt noch unter dem Namen der alten Welt begriffen wird, deren nördlichste Spitzen bis nahe an den 73sten Grad der Breite hinaufgehn, während nur ein sehr kleiner Theil derselben (die Südspitze von Afrika) bis zu 30° südlicher Breite hinabreicht, ja ebenfalls nur ein sehr kleiner Theil selbst den Aequator berührt. Diese grofse Ländermasse erstreckt sich in der Länge (von der Westspitze von Afrika bis zur Ostspitze von Asien) über einen Raum von 210 Längengraden (von 150° bis 360°), und die noch übrigen 150 Längengrade umschlossen lange Zeit in den Vorstellungen der Menschen nur Wasser, bis es endlich 1492 n. Chr. dem kühnen Genueser Christoph Colombo gelang, eine neue Welt in der westlichen Hemisphäre zu entdecken, welche sich gleich der alten ebenfalls hauptsächlich an der nördlichen Halbkugel concentrirte, und nur einen kleinen Theil ihrer Masse in die südliche bis 56° Br. hinausstreckte.

*) Ritter, über geographische Stellung und horizontale Ausbreitung der Erdtheile. Berlin, Akadem. Abhandl. 1826. p. 103. (histor.-philol. Classe.)

Eine sehr schöne und gründliche Auseinandersetzung der Beweggründe und anderweitigen Verhältnisse, welche die Entdeckung der neuen Welt veranlafst und begleitet haben, verdankt man Alexander von Humboldt. *(Examen critique de l'histoire de la Géogr. du nouveau continent. Paris* 1834.*)* Derselbe zeigt, wie das 15te Jahrhundert eine Zwischenwelt bildet zwischen dem Mittelalter und der neuen Zeit, als das Jahrhundert grofser Entdeckungen im Raume; es hat für die Bewohner der alten Welt die Werke der Schöpfung schnell verdoppelt, denn unsere Erde glich bis dahin in unsern Vorstellungen dem Monde, von dem wir nur eine Seite kennen, und die schnelle Berührung mit so viel neuen Gegenständen hat allmälig die Ansichten, die Gesetze und die politischen Sitten der Völker verändert.

In Beziehung auf die Beweggründe, welche Columbus zu seiner Unternehmung anreizten, ergiebt sich aus den Darstellungen Alexander v. Humboldt's klar, dafs sich die Vorstellungen der Männer des 15ten Jahrhunderts fast unmittelbar an die Ansichten der Griechen, namentlich an die Vorstellungen von Aristoteles und Strabo anreiheten. Denn nachdem einmal die Ansicht von der kugelförmigen Gestalt unserer Erde durch die Glieder der pythagoräischen Schule (Hicetas, Ekphantus, Heraklides von Pontus etc.) begründet war, mufste man sehr natürlich auf den Gedanken kommen, dafs man von den Westküsten Europa's und Afrika's, nach West schiffend, das Ostende von Asien erreichen müsse. Aristoteles spricht deshalb *(De Coelo Lib. II.)* den Gedanken schon geradezu aus, dafs das grofse Meer in Westen beide Küsten bespüle und die Entfernung zwischen Iberien und Indien nicht sehr grofs sey; es könne ferner in diesem Meere noch grofse Inseln, gleich der geben, welche Europa, Asien und Afrika bilden, und auch Strabo sieht kein andres Hindernifs diesen Weg zu verfolgen, als die unbekannte Breite des atlantischen Oce-

Oceans und die Schwierigkeit ihn zu beschiffen. Er setzte nach seinen Vorstellungen von der Gröfse der Erde den Zwischenraum beider Küsten auf 130000 Stadien, etwa 3240 geogr. Meilen, da es in der That wenigstens zwischen Afrika und Südamerika nur 300 Meilen und auf dem Wege, den Columbus zurücklegte, nahe an 600 sind, und von Amerika nach Asien in der Aequatorial-Breite etwa 2000 geogr. Meilen. Er nahm an, dafs auf diesem Wege wohl noch eine oder zwei grofse bewohnte Ländermassen liegen könnten, und man hat daher diefs als eine Vorhersagung von Amerika und der Inseln des stillen Oceans nehmen wollen.

Uebrigens glaubten alle aufgeklärten Männer des Alterthums, wie Cicero, Plinius, Seneca u. s. w., ganz entschieden an solche Verhältnisse, und nur in spätern Zeiten erst machte man, vorzüglich geleitet von den dunkeln und verworrenen Vorstellungen der Kirchenväter, Rückschritte in diesen Ansichten. Erst endlich gegen die zweite Hälfte des 13ten Jahrhunderts erwachten dieselben wieder. Die Reisen italienischer und französischer Mönche und Kaufleute, wie Rubruquis (Ruisbroek), Carpini, und vor allen die der Gebrüder Polo (Maffeo, Nicolo und Marco 1250 bis 1296), welche bis nach China und Indien kamen, gaben dazu Veranlassung, und vor Allen war es besonders der grofse Roger Baco, welcher 1267 die Ansichten des Aristoteles, Ptolemäus, Seneca u. s. w., gestützt noch auf Detail-Angaben dieser Reisenden, wieder vortrug (*Opus majus*). Es pflanzten indefs diese Ideen sich neben den herrschenden nur sehr allmälig fort, und sie erreichten endlich in der Mitte des 15ten Jahrhunderts ihren Gipfelpunkt. Damals war Italien durch den regen Eifer der Venetianer, Genueser, Pisaner der wahre Mittelpunkt des Verkehrs zwischen dem Orient und dem Occident, und es kamen und gingen in den Hauptstädten Italiens täglich Personen aus und ein, welche in Indien

gewesen waren, und bei welchen allen eine Vorstellung über das sehr weite Fortsetzen Asiens, sey es als Continent, sey es in zahllosen Inseln gegen Osten, existirte. Columbus mufste daher als geborner Genueser schon früh mit dem Gedanken vertraut werden, das Atlantische Meer gegen Westen zu beschiffen, und ungeachtet er, wie Alex. von Humboldt beweist, die Alten nicht aus den Original-Schriften studirt hatte, so kannte er doch sehr wohl die von Aristoteles, Strabo u. A. vorgetragenen Argumente, und stützte sich auf dieselben in seinen, an das Königspaar von Spanien geschriebenen Briefen. Er ward ferner noch in seinen Plänen unterstützt durch den Rath und den Eifer des ersten Astronomen seiner Zeit, Toscanelli zu Florenz, welcher sich mit diesem Gegenstande auf rein theoretischem Wege und nach den Aussagen von Kaufleuten seit 1474 sehr ernsthaft beschäftigte, und u. a. dem Könige von Portugal, Alphons V., eine Karte von dem muthmafslich zu durchschiffenden Meeresstriche schickte. Auch die Religion selbst noch mischte sich mit kraftvollen Beweggründen in diese Unternehmung, denn es waren von dem Haupt-Mongolenfürsten Inner-Asiens, bekannt unter dem Namen des Grofs-Chan, mehrmals Versuche gemacht worden, den christlichen Glauben anzunehmen; ja er hatte deshalb sogar zweimal Gesandte an den Papst abgeschickt, die Missionare aber, welche man zu ihm schicken wollte, scheiterten meist an der Entfernung und an den enormen Schwierigkeiten und Hindernissen der weiten Landreise. Es gab daher auch Columbus ausdrücklich als Zweck seiner Reise an:

„Den Orient auf dem Wege durch den Occident zu suchen, die Länder, wo die Spezereien wachsen, auf geradem Wege zu erreichen, dann den Grofs-Chan zu besuchen, und ihn der Wohlthaten der christlichen Religion theilhaftig werden zu lassen."

Er war so voll von diesem Gedanken, dafs, als bei

seiner ersten Reise er am 19. September 1492 die Küste von Cuba erreichte, er bestimmt glaubte, in Cipango oder Japan zu seyn, und es leitete ihn bei seinen Ansichten nicht nur ein falscher Glaube von der Ausdehnung des Continents von Asien gegen Osten, sondern ein seinen Entdeckungsplänen sehr förderlicher Irrthum über die Gröfse der Erdkugel überhaupt. — Es war nämlich die einzige damals bekannte Gradmessung die der Araber, unter Al Maimum, und es existirte über die Resultate derselben die Schrift eines arabischen Astronomen Alfragan, dessen Aeufserungen Columbus aus den Schriften von Allyacus (d'Ailly, Cardinal zu Cambrai 1396) kannte. Darin war die gefundene Gröfse eines Grades zu $56\frac{2}{3}$ Miglien angegeben; diese Miglien sollten arabische seyn, Columbus aber verwechselte dieselben mit italienischen Seemeilen, 75 auf einen Grad, nach denen er zu rechnen gewohnt war. Er glaubte daher, die Erde müsse viel kleiner seyn, als man gewöhnlich annehme, und diefs gab ihm Muth, seine Unternehmung auszuführen, ja er schrieb diese Ansicht noch einmal später (Juli 1503) an die Monarchen von Spanien.

Als übrigens Amerika einmal entdeckt war, vervollständigte sich die Kenntnifs von den Haupt-Umrissen dieses Welttheiles mit höchst bemerkenswerther Schnelligkeit. Den Namen dafür findet man, wie Alex. von Humboldt erwiesen hat, zuerst schon im Jahre 1507, und in etwa 50 Jahren vollendete man fast die Verfolgung seiner äufsern Umrisse, denn als Diego Ribero 1525 zurückkehrte, kannte man die Linie der Ostküste in grofsen Zügen von Feuerland bis nach Labrador, und 1543 drang Rodriguez Cabrillo schon bis über Monterey nach Neu-Californien vor, ja sein Steuermann Ferrelo verfolgte diese Untersuchung noch bis zu etwa 43° Br., nahe dem Kap Orford von Vancouver. Dem Unternehmungsgeiste des unternehmenden Magelhaens

aber war es (1519 bis 1522) bereitet, die Entfernung der neu aufgefundenen Länder, von der Ostküste von Asien und den Gewürz-Inseln, zuerst aus der Erfahrung nachzuweisen.

Erst mehr als 100 Jahre später, zwischen 1615 und 1642, ward die dritte grofse Ländermasse, Neuholland, durch Abel Tafsmann entdeckt. Sie liegt zwar ganz ungetheilt in der südlichen Hemisphäre, und schon Forster hat sie ein Continent genannt; doch ist sie kaum so grofs wie Europa und reicht nicht über 40° Breite hinaus. Die grofse Inselmasse der Südsee endlich, welche man gewöhnlich unter dem Namen Polynesien zu begreifen pflegt, ist fast ausschliefslich erst im vorigen Jahrhunderte entdeckt worden, und hiemit, scheint es, haben die möglichen Entdeckungen gröfserer Ländertheile in dem Gebiete unserer Erdoberfläche für immer aufgehört.

Lange Zeit hindurch hat man insbesondere geglaubt, dafs, so wie in der westlichen Hemisphäre sich das Gegengewicht für die Ländermassen der östlichen gefunden habe, so auch einst in der südlichen sich ein Gegengewicht für die Ländermassen der nördlichen finden werde, und man setzte diefs selbst mit solcher Bestimmtheit voraus, dafs Jahrhunderte lang auf unsern Weltkarten um den Südpol ein grofses Festland, unter der Benennung *terra australis incognita* figurirte, welche die lebhafte Einbildungskraft einiger Gelehrten zum Schauplatze alles Wunderbaren machte. Diese Vorstellung hielt sich wahrscheinlich theilweise auch um deswillen so lange, weil die südliche Hemisphäre in höheren Breiten verhältnifsmäfsig kälter und stürmischer ist als die nördliche, und daher dort von den Seefahrern gemieden wurde. Der erste indefs, welcher diesen Schwierigkeiten Trotz bot, war der weltberühmte Kapitain Cook, welcher auf seiner zweiten Reise um die Erde in den Jahren 1772 bis 1775 wesentlich damit beauftragt war, die Richtigkeit der damaligen Vorstellungen vom Südlande zu prüfen. Er

versuchte es beharrlich sich dem Südpole von verschiedenen Seiten zu nähern, und wiewohl er in den meisten Fällen schon unter 58 bis 59° Br. von Eisfeldern umlagert wurde, so durchschnitt er doch an drei Orten den Polarkreis, und es gelang ihm an einer Stelle bis zu 71° 10′ südlicher Br. vorzudringen. Er fand nirgends dabei eine deutliche Anzeige von Festland, überall nur gefrornes Meer, welches das Vordringen verhinderte; eine einzige deutliche Küste entdeckte er in 59° Br. und nicht weit südöstlich von der Südspitze Amerika's; er nannte sie Sandwichs-Land, ohne sie genauer untersuchen zu können; es hat sich indefs später erwiesen, dafs sie nur einigen zerstreuten Inseln angehört. Lange Zeit hindurch blieb nun diese Unternehmung einzig in ihrer Art, und wiewohl man nicht mehr an das Daseyn eines grofsen Südlandes glaubte, so waren doch die südlichen Meere in hohen Breiten immer noch sehr wenig gekannt, bis endlich auch in der neuesten Zeit dieser Unvollkommenheit etwas abgeholfen wurde.

Zuerst war es im Jahre 1819, als wieder in diesen Regionen neue Entdeckungen gemacht wurden. Der Kapitain eines einfachen Kauffahrers, der Brigg William, Kapitain Smith, umsegelte Kap Horn weiter südlich, als gewöhnlich zu geschehen pflegt, und er fand dort in etwa 62° Br. eine ansehnliche Inselgruppe, welche er theilweise aufnahm und mit dem Namen Neu-Süd-Shetland belegte. Jenseits der Inseln schien ihm die zusammenhängende Küste eines gröfseren Landes zu liegen, es zeigte sich indefs sehr bald, dafs es auch nur Theile unzusammenhängender Inseln waren. Nämlich ein Jahr später etwa sandte die russische Regierung in diese Meeresgegenden eine erfolgreiche Expedition unter Kapitain Bellingshausen, welche Neu-Süd-Shetland so wie Sandwichs-Land in Süden umsegelte. Er entdeckte dann südwestlich von der erstgenannten Gruppe, unter 68° bis 69° Br., zwei hohe Küstenstücke, von welchen er den

Zusammenhang nicht genau untersuchen konnte, und die er Insel Peters I. und Küste Alexanders I. nannte. Es sind diefs die südlichsten Spuren festen Landes, welche wir bisher kennen, und Krusenstern so wie Alex. v. Humboldt sind geneigt, sie für vorspringende Spitzen eines gröfseren südlichen Landes anzusehn. Bellingshausen drang übrigens ebenfalls nicht weiter als Cook gegen den Südpol vor, bis 71° 10', und bezeichnet daher auf seiner Karte die Stelle, an welcher er umkehrte, mit *non plus ultra!*

Sehr kurze Zeit darauf ward indefs diese Schranke überschritten durch den Schiffskapitain Weddel, welcher als Robbenfänger mit zwei Schiffen von den Falklands-Inseln nach Süden ging. Er entdeckte auf diesem Wege, zwischen Neu-Shetland und Sandwichsland im 60° 45' Br. (45 W. Greenwich), einige hohe felsige Inseln, welche er die Austral-Orkaden nannte, und drang dann am 20. Februar 1824 bis 74° 15' Br. vor, am weitesten unter allen bisherigen Seefahrern. Er ward hier durch ungeheure Eisschollen aufgehalten, welche, wie er sich deutlich überzeugte, nicht, wie man gewöhnlich zu glauben pflegt, ein Anzeichen von Land, sondern vielmehr ganz entschieden im offnen Meere gebildet waren. Endlich zuletzt ist noch eine Umschiffung des Südpoles durch Kapitain Biscoe mit der Brigg Tula in 1831 und 1832 bekannt geworden *). Dieser Reisende hielt sich meistentheils in den Breiten zwischen 50 und 70°, und erreichte selbst 70° in der Gegend südlich von dem Kap der guten Hoffnung. Etwas südöstlich von dort entdeckte er im 65 bis 66° Br. eine Küste, die er Enderby's Land nannte und eine andere im 67° Br., etwas südwestlich von Neu-Süd-Shetland, von ihm Grahams-Land genannt. Es steht also mit dem vermeintlichen Südlande noch immer sehr zweifelhaft, und jedenfalls ist

*) S. *Journal of the Royal Geographic Soc. Vol. III.* 105.

dasselbe wenigstens von sehr viel geringerer Ausdehnung, als man einst träumte, und unbewohnbar.

Es scheint auf den ersten Blick, als ob die Umrisse der genannten Massen des Festlandes gegen das Meer nur ein Gewebe von unregelmäfsigen Verschlingungen seyen, Einbuchten, Vorsprünge, Engpässe beider Elemente gegen einander, wie zufällige Umstände sie zu erzeugen im Stande waren; allein bei genauerer Ansicht zeigt sich, dafs in dieser Beziehung ganz entschieden einige eigenthümliche und wie es scheint gesetzmäfsige Verhältnisse stattfinden, deren Ursachen uns bisher noch verborgen blieben. — Schon Baco von Verulam, zu den Zeiten der Königin Elisabeth, hat auf dergleichen Verhältnisse Gewicht gelegt. Er bemerkte zuerst, dafs die Südenden der beiden grofsen Continente, Afrika und Amerika, gegen das grofse südliche Polarmeer in eine Spitze auslaufen, gegen Norden dagegen breit endigen, und er rechnete diese Eigenschaften sehr sinnreich unter die *similitudines physicae in configuratione mundi.* Eine ganz andere Entwickelung aber gab diesem Gedanken zuerst Joh. Reinhold Forster *).

Nach ihm sind es hauptsächlich drei Eigenthümlichkeiten, durch welche die Umrisse der gröfsern Continente einander aus unbekannten Ursachen analog gebildet erscheinen. Er machte nämlich darauf aufmerksam:

1) Dafs die schmalen Südspitzen aller Continente felsig und hoch sind, die äufsersten Enden nordwärts fortlaufender Gebirgszüge, welche plötzlich und ohne allen Verband abbrechen. So endigt Amerika steil und schroff mit dem Kap Horn, dem letzten südlich mehrmals queerdurch zerrissenen Zweige der hohen Andeskette, — Afrika mit dem felsigen Kap der guten Hoffnung in dem 4182' ho-

*) Bemerkungen über Gegenstände der physikalischen Erdbeschreibung etc. Berlin 1783.

hen Tafelberge, — Asien mit der Halbinsel diesseits des Ganges mit dem felsigen Kap Comorin, dem südlichen Ende der hohen Ghatskette, und die Südspitze Neuhollands bildet endlich die steile südliche Felsenspitze von van Diemensland (genannt Südost-Kap).

2) Dafs es eine allen Continenten zukommende Eigenschaft ist, an der östlichen Seite ihrer Südspitze eine oder mehrere gröfsere Inseln zu besitzen. Für Amerika sind diefs die Falklands-Inseln und Staaten-Eiland, für Afrika die Insel Madagascar, für die Südspitze von Asien ist es Ceylon und für Neuholland sind es die beiden Inseln, welche Neu-Seeland zusammensetzen.

3) Dafs eine nicht minder auffallende Eigenthümlichkeit aller Welttheile darin bestehe, an ihrer Westseite durch einen grofsen Meerbusen ausgehöhlt zu seyn. Diefs ist zunächst auf der Westküste Südamerika's, unter dem Wendekreise des Steinbocks, sehr merkbar; Lima liegt nahe am Nordende desselben und Arica in seiner tiefsten Einbiegung. Ungleich bedeutender indefs ist diefs in Afrika, in dem grofsen Meerbusen von Guinea, ausgesprochen. Asien zeigt diefs nur unbedeutend in Ostindien jenseits Cambaya, in dem Bogen um die Mündung des Indus; sehr ausgezeichnet aber ist es in Neuholland, und nimmt dort fast die ganze Ausdehnung der Südküste ein (Meerbusen von Nuits-Land).

Forster war geneigt die Veranlassung dieser überraschenden Gleichförmigkeit der Gestaltung in irgend einer gemeinsamen Ursache zu suchen, und hielt dazu die zerstörende Wirkung einer von Südwest nach Nordost gegangenen Fluth für hinreichend. Sie habe, so meint er, die südwärts auslaufenden Gebirgsarme zerschellt und,

indem sie das umgebende Land von ihnen abstreifte, bei ihrem Ueberstürzen nach Osten Inseln von ihnen abgerissen; auf der Seite ihres Anprallens aber mufste sie den grofsen westlichen (gegen Südwest geöffneten) Meerbusen einwühlen.

Diese in der That überraschende Ansicht Forster's wurde von mehreren seiner Zeitgenossen getheilt, und insbesondre hat sie Pallas in seiner geistreichen Abhandlung von der Bildung der Gebirge mit einigen anziehenden Bemerkungen begleitet; auch er war geneigt, zur Erklärung erdgeschichtlicher Phänomene, eine allgemeine Fluth aus Süden anzunehmen, welche seiner Ansicht nach auch die grofse Menge von Ueberresten südlicher Thiere, der Mammuthe, Rhinoceronten u. s. w. aus Süden nach Norden versetzt hätte (eben so die südlichen Pflanzenformen). Ihr schrieb er denn ganz insbesondere noch die vielen südwärts geöffneten Meerbusen zu, welche den Körper unserer Continente zerschneiden; besonders auffallend sind diese an der Südseite von Asien (der arabische und bengalische Meerbusen mit dem daran hängenden rothen Meere und dem persischen Golf, das Meer von Siam, von Tonking, das gelbe, tatarische und ochotskische etc.). Pallas machte ferner noch zur Unterstützung seiner Ansicht darauf aufmerksam, dafs, wenn man die ganze Centralmasse von Asien als einen grofsen Gebirgskörper betrachte, das südwärts von demselben liegende Vorland doch äufserst unbedeutend zu der ungeheuren Ausbreitung des Vorlandes in Norden sey, welches dazu noch fast ganz aus zusammengeschwemmten Massen bestehe. Ganz einen ähnlichen Fall sieht er ferner in Amerika, wo das westliche Vorland der grofsen Cordilleren-Kette so ganz schmal und geringfügig ist, im Verhältnifs zu seiner Ausdehnung an den entgegengesetzten Abhängen. Gewifs immer ein auffallendes Verhältnifs.

Wir finden später in den Schriften Alex. v. Humboldt's Stellen *), welche beweisen, dafs auch er auf diese wichtigen Verhältnisse, die auf eine Gesetzmäfsigkeit in der Bildung des Festlandes hindeuten, sehr aufmerksam gewesen ist. Er weckte ganz insbesondere die Kenntnifs einer zuvor nicht beachteten Eigenthümlichkeit, in der Bildung der Küsten des atlantischen Meeres, indem er zeigte, dafs dasselbe wesentlich die Gestalt eines grofsen Thales habe, welches durch einen Strom aus Südwest könnte gebildet worden seyn. Die aus- und einspringenden Winkel seiner Thalwände (Kap St. Roque und der Meerbusen von Guinea, Kap Verde und der Meerbusen von Mexico) und die einander parallele Richtung der Küsten, welche die Verbindungslinien dieser Punkte bilden, entsprechen auch wirklich im Grofsen in so hohem Maafse diesem Bilde, wie es nur bei Thälern im Innern des Festlandes der Fall zu seyn pflegt.

Diese überraschende Erscheinung kann jedoch nur als ein anziehendes Bild betrachtet werden, um sich die allgemeinen Eigenthümlichkeiten in der Gestaltung der Länder und der Meere eindringlich zu machen, indem wir sie aus einem allgemeinen Standpunkte auffassen. Denn die einzelnen Verhältnisse der so eben supponirten grofsen Meeresfluth sind am Ende doch in der That wohl nicht füglich zu erklären. Denn wo soll die Wassermasse derselben dauernd den Fall her erhalten haben, als es zur Aushöhlung eines solchen Meeresbeckens doch nöthig war. Eben so wenig ferner ist wohl einzusehn, wo die grofse Masse so zertrümmerten Festlandes könne geblieben seyn, welches einst diese Lücken ausfüllte. Auch haben die genannten Forscher kaum gewagt etwas über die Ursachen und den näheren Verlauf dieser wichtigen Ereignisse anzudeuten.

---

*) S. *Journ. de Phys. Tome LIII. p.* 33. *Relat. histor. V. p.* 46. *note.*

Diesen und verwandten Ansichten, über die Gesetzmäfsigkeit in den Begränzungen des Festlandes, hat übrigens neuerdings Steffens einen bedeutend höhern Grad von Ausbildung gegeben. Seine Darstellung davon gewährt einen trefflichen Ueberblick, wenn gleich wir auch sie nur ohne Rücksicht auf irgend eine Erklärung entwickeln können.

Zunächst bemerkt Steffens ganz allgemein, das Festland dränge sich gegen den Norden der Erde zusammen, laufe aber gegen Süden in Spitzen aus, und zwar thun diefs nicht nur die Hauptkörper aller grofsen Continente, sondern auch alle Erdzungen und Halbinseln von irgend einiger Bedeutung, welche daran hängen. Diese Gestalt haben Schweden und Norwegen, Spanien und Portugal, Italien, Griechenland etc., wir finden sie wieder in Indien diesseits und jenseits des Ganges, in Corea, Kamtschatka, Grönland, Californien, Florida etc. Wir unterscheiden ferner naturgemäfs drei grofse Welttheile, welche eine merkwürdige Uebereinstimmung in ihrer Zusammensetzung zeigen. Die Grundzüge ihrer Bildung aber bestehn darin, dafs erstlich jeder Welttheil aus zwei grofsen Länderabtheilungen besteht, welche an einer ihrer Ecken durch einen Isthmus mit einander verbunden werden; wo ferner beide Abtheilungen sich in diesen Isthmus ausstrecken, da tragen sie auf der einen Seite vor sich einen Archipelagus und auf der entgegengesetzten eine Halbinsel.

Der reinste Typus dieser gemeinsamen Grundgestalt findet sich in Amerika ausgedrückt; beide Hälften, Nord- und Süd-Amerika, sind von fast gleicher Gröfse, ähnlich in ihrer Gestalt und halten daher einander nahe das Gleichgewicht *), — die eine bis 70° nördlicher, die andere bis 56° südlicher Breite. Der Isthmus, welcher

*) Wir erinnern uns hier an den Ausdruck von Alex. von Humboldt: Süd-Amerika ist eine jener grofsen Triangular-Massen,

beide Hälften verbindet, ist lang und schmal, etwa zehn Breitengrade (von 8 bis 18° nördlicher Br.). Der östliche Archipelagus (die Antillen, Bermudas, Cuba, Domingo, Portorico, Jamaica etc.) ist ansehnlich, die Halbinsel auf der gegenüberliegenden Seite (Californien) zwar nicht grofs, aber deutlich.

Etwas verschieden von diesem rein symmetrischen Bilde ist die Zusammensetzung der beiden andern Welttheile. Steffens sieht die beiden nördlichen Hälften derselben als verwachsen an, und begreift damit Europa und Asien. Die südlichen Hälften dagegen mit dem Isthmus, Archipelagus und Inseln erscheinen getrennt, und werfen sich die eine ganz auf die östliche, die andere ganz auf die westliche Seite. Europa und der Theil von Asien, welchen der Kaukasus und von dort eine Linie nach dem persischen Meerbusen begränzt, gehören der nördlichen Hälfte des westlichen dieser beiden Welttheile, die südliche Hälfte desselben bildet Afrika; sie hat an Umfang und Flächeninhalt bei weitem das Uebergewicht über die nördliche. Der Isthmus zwischen beiden, die Landenge von Suez, ist kurz und gedrungen, der kürzeste von allen und auch der nördlichste (30° Br.). Der Archipelagus, welcher ihm vorliegt, wird durch Cypern und die griechischen Inseln repräsentirt und ist unbedeutend: sehr ansehnlich dagegen ist die gegenüberliegende Halbinsel, Arabien, ein Land, das nach seinen natürlichen Erzeugnissen und nach der Gestalt seiner Oberfläche, rein afrikanischen Charakter trägt. Dieser in seinem Zusammenhange unstreitig anomale oder gezwungen dargestellte Welttheil erstreckt sich am wenigsten weit gegen Norden und Süden, vom Nord-Cap 72° Br. bis zum Cap der guten Hoffnung 34° 45′ südlicher Breite.

Der dritte Welttheil erscheint viel glücklicher als

---

welche die drei Continental-Abtheilungen der südlichen Halbkugel unserer Erde bilden.

der vorige combinirt, und bildet ein sehr passendes Gegenstück zu dem ersten. Seine nördliche Hälfte bildet die Hauptmasse von Asien, die südliche Neuholland. Der Isthmus zwischen beiden ist zerrissen, doch noch sehr vollständig bezeichnet durch die Verlängerung der Halbinsel Malacca, und ihre Fortsetzung durch Sumatra, Java, Sumbava, Sandebosch, Timor und Neu-Guinea; er ist der längste von allen (10° nördlicher bis 10° südlicher Br.) und zugleich der südlichste. — Die Aehnlichkeit der so gebildeten Ländermassen mit Amerika ist in der That sehr auffallend, und auch schon aufser Steffens, von Lamark und von Ebel bemerkt worden. Der Archipelagus, der den Isthmus auf der einen Seite begleitet, ist sehr ansehnlich, der gröfseste von allen (Borneo, Celebes, Philippinen, Ladronen etc.), eben so die Halbinsel auf der andern Seite, Ost-Indien diesseits des Ganges. — Dieser Welttheil reicht in Norden und in Süden weiter als die vorige (75° nördlicher Br. bis 42° südlicher Br.), und bei ihm findet gerade das umgekehrte Verhältnifs in den beiden Hälften statt, die Ländermasse der nördlichen ist weit überwiegend, auch wenn wir die südliche als theilweise zerstört annehmen (wie Steffens glaubt).

Diese drei Haupt-Abtheilungen der Erde stellen mithin die drei möglichen Modificationen des Grundtypus vor, welcher der Gestaltung der Continente zum Vorbilde zu dienen scheint, und eben dadurch erhält derselbe noch mehr den Charakter des Gesetzlichen. Ob übrigens diese Gesetzlichkeit wirklich begründet sey, oder ob nicht vielleicht ein ganz anderer, tiefer verborgener Zusammenhang dieser Erscheinungen statt finde, bleibt der Zukunft zu enträthseln aufbehalten.

Carl Ritter endlich ist unter den Schriftstellern der neueste, welche versucht haben Vergleichungen über die äufsere Gestalt unserer Erdtheile anzustellen. Nach der ihm eigenthümlichen Richtung, die Oberflächen-Ge-

stalt der Erde vorzugsweise nach den Grundbedingungen aufzufassen, welche sie der Entwickelung des Menschengeschlechtes darbietet, wird die Aufmerksamkeit hier auf einige neue Verhältnisse hingelenkt.

Zuvörderst unterschied Ritter *), wie schon oben angeführt wurde, die Oberfläche der Erde in eine Land- und in eine Wasserhalbkugel, und er zeigte, wie sich das Festland in grofsen Breitenausdehnungen auf der erstern lagert, der letztern dagegen nur keilförmig verengte Halbinseln, vereinzelte Glieder zustreckt, welche sich immer mehr und mehr den Hauptländermassen entfremden, und zuletzt endlich in Inseln und blofsen Klippen verloren gehn. Dieser Haupt-Ländermassen giebt es wesentlich zwei, nämlich die alte und die neue Welt, denn die dritte liegt schon in der Sphäre der Wasserhalbkugel; diese aber zeigen in ihren Formen einige auffallende Gegensätze und die Charaktere einer zum Theil sehr merkwürdigen Individualisirung.

Zunächst was die Längen- und Breitenausdehnung betrifft: so ist der Contrast zwischen beiden sehr in die Augen springend. Asien und das mit ihm verwachsene Europa, als die Hauptmasse der alten Welt, haben ihre Haupt-Längenausdehnungen von Osten nach Westen, und sie umlagern in dieser Richtung die halbe Erdkugel (von 1° bis 200° östlicher Br.), ihre Breitenausdehnung von Süden nach Norden dagegen ist viel geringer, in Asien, das ganz im Norden des Aequators zurückbleibt, beträgt sie nicht ein Viertel des Erdumfanges, in Europa nicht ein Sechstel. Ganz das Gegentheil dagegen zeigt Amerika's Lagerung; seine gröfsere Ausdehnung von Sü-

*) S. Abhandl.: Ueber geographische Stellung und horizontale Ausbreitung der Erdtheile, 14. December 1826.

Bemerkungen über Veranschaulichungsmittel räumlicher Verhältnisse bei graphischen Darstellungen durch Form und Zahl, 17. Januar 1828.

Erdkunde II. Einleitung zu Asien, pag. 20 u. folg.

den nach Norden nimmt über ein Drittel (128°) des Erd-Umfanges ein; es besitzt eine doppelartig wechselnde Breite von Osten nach Westen, und diese beträgt kaum ein Fünftel des Erdumfanges; es streckt sich gerade durch doppelt so viel Zonen und Klimate hin, als Asien mit Europa, und umfafst daher einen sehr viel gröfseren Wechsel seiner innern Erscheinungen. Ungleich gröfser und interessanter indefs ist der Contrast, welchen beide Ländermassen in der Entwickelung ihrer Umrisse zeigen, und diefs ist das Eigenthümlichste in Ritter's Darstellung.

Bei weitem die einfachste Erscheinung bietet in dieser Rücksicht Afrika dar, es zeichnet sich unter den drei Erdtheilen der alten Welt durch seine fast inselartige Abgeschiedenheit aus, seine mehr abgeschlossene Erdgestalt nähert sich der elliptisch zugerundeten Figur mit sehr einförmiger Küsten-Peripherie. Der Längendurchmesser dieser Figur ist dem Breitendurchmesser fast gleich und eben so klimatisch gleichartig auf der Nord- und Süd-Seite des Aequators hingestreckt. Ohne tiefere Buchten, Einschnitte oder Meeresarme, ist der Umfang seiner Küstenkrümmung etwa 3800 Meilen lang, und sein Binnenland hat durch diese kärgliche Gestadeform die möglichst geringste Berührung mit dem Ocean erhalten.

Asien, nur auf drei Seiten vom Meere umflossen, läuft namentlich an seinen Ost- und Süd-Küsten in weit vorspringende Landzungen, Vorländer und Halbinseln aus, welche als mehr oder weniger getrennte Glieder des grofsen breiten Erdtheiles zu betrachten sind. — Von der Nordostspitze an, mit Kamtschatka, Corea, dem chinesischen Vorlande, den beiden Indien, Arabien, Kleinasien in Westen u. s. w., nehmen diese Gliederformen einen sehr ansehnlichen Flächenraum ein. Nichts desto weniger übrigens bleibt im Binnenlande Asiens noch immer ein sehr bedeutender Raum übrig, welcher nicht unmit-

telbar von einschneidenden Meeren oder dazu gehörigen Länderformen berührt wird, der sich als Stamm des Ganzen zeigt. Dieser Stamm ist seiner Ausdehnung nach noch immer sehr vorherrschend über die Glieder *); Afrika dagegen ist nur ein Stamm ohne Verzweigung und Gliederung. Seinem Flächeninhalte nach ist Asien reichlich um ein Viertheil gröfser als Afrika, und seine Küstenlänge beträgt fast das Doppelte, nahe an 7000 Meilen.

Europa dagegen ist in seinen Umrissen der mannigfaltigste und am eigenthümlichsten entwickelte unter den Erdtheilen. Sein von Osten nach Westen gedehnter langer, schmaler Stamm ist durch einschneidende Meeresarme und Mittelmeere in viele grofse und kleine Halbinseln getheilt, von welchen einige wieder mannigfaltig gegliedert erscheinen, wie z. B. die in dieser Hinsicht ganz einzige Gestalt Griechenlands. Das Eindringen der Meere bis in das tiefste Innere dieses Erdtheiles ist so bedeutend, dafs die durch ihn eingeschlossenen Binnenmeere etwa die Hälfte des Areals seiner trocknen Länderräume ausmachen, und die Länge des Küstenrandes wird dadurch beträchtlich gröfser, als die von Afrika, nämlich 5400 Meilen, ungeachtet sein Flächenraum dreimal geringer, ja selbst viermal kleiner als Asien ist. Europa ist daher der zugänglichste Erdtheil von der Seeseite, und diefs bedingte seinen grofsen Einflufs auf den Kulturgang des Menschengeschlechtes **), seine Herrschaft über die andern. Bei ihm verhalten sich die Glieder

*) Der grofse Einflufs einer so mannigfaltig entwickelten Küstenform auf den Reichthum, und die Vervielfältigung aller Natur- und Völker-Verhältnisse des Erdtheiles springt von selbst in die Augen.

**) Es entwickelte sich hier auf dem kleinsten Erdenraume die gröfseste historische Mannigfaltigkeit im Menschengeschlechte.

der zum Stamm etwa wie 1 zu 2, bei Asien dagegen etwa wie 1 zu 4.

Amerika vereinigt in sich gewissermafsen die Gegensätze und die Verdoppelung der Formen der alten Welt. Im Gegensatze gegen Afrika ist es durch ein mittelländisches Meer in seiner Mitte in ein doppeltes Continent verwandelt worden, und der beide verbindende Isthmus scheidet doch strenge den Norden vom Süden, während die zwischen beiden liegende neutrale Inselgruppe die Trennung vermittelt. — Beide Hälften haben in ihren Umrissen sehr viel Analoges (gröfsere Breite in Norden, Zuspitzung nach Süden), und am einförmigsten in ihrer Küstenumsäumung, Afrika am ähnlichsten ist die Südhälfte, doch weicht sie im Innern völlig davon ab, durch ein ganz verschiedenes oro- und hydrographisches System. Eine gröfsere Mannigfaltigkeit der Küstenumsäumung zeigt die nördliche Hälfte, besonders an der dem atlantischen Oceane zugekehrten Seite, welche durch tiefe Buchten und Binnenmeere Europa sehr ähnlich wird, eine Thatsache, welche sich auch in den Kultur-Verhältnissen ihrer Bewohner bestätigt.

Aufser diesen Hauptmassen des Festlandes unterscheiden sich nun noch die Inseln, als eine gesonderte Welt, deren Erscheinung gleichfalls einige auffallend bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten darbietet. Bevor wir indefs zu der Betrachtung derselben übergehn, wird es nicht unpassend seyn, sich der Verhältnisse zu erinnern, welche die bis jetzt betrachteten Erdtheile gleichfalls als gesonderte und vom Meere umgebene Ländermassen, als Insularmassen im Grofsen erscheinen lassen. — Denn wenn wir gleich gewöhnt sind, auf unsern Landkarten die beiden Haupt-Continentalmassen, Asien und Amerika, als von einander völlig gesondert und vom Meere umflossen zu erblicken, so beruhte doch diese Darstellung der Verhältnisse lange Zeit hindurch nur auf unsicheren Conjectu-

ren, und erst der ganz neuesten Zeit war es aufbehalten, über diesen Gegenstand wenigstens alle bedeutenderen Zweifel zu lösen. So wohl bekannt nämlich die grofsen Continente in ihrer Geschiedenheit in den dem Süden zugekehrten Theilen waren, so unvollkommen blieb doch noch Jahrhunderte hindurch unsere Kenntnifs von ihren nördlichen Umgränzungen.

Was zunächst die Nordküste von Asien anlangt, so verdankt man ihre ersten Untersuchungen, von Europa aus, dem Wunsche der Engländer, Holländer u. s. w., auf einem andern und vielleicht kürzeren Wege, als um das Kap der guten Hoffnung nach dem reichen Indien zu gelangen, der Aufsuchung der nordöstlichen Passage oder Durchfahrt. Die ersten deshalb angestellten Unternehmungen wurden von den Engländern, unter König Eduard IV., veranlafst, und man entdeckte so namentlich im Jahre 1553, durch die Expedition unter Richard Chancelor, das weifse Meer, wodurch die Engländer zuerst mit den damals in Europa noch fast unbekannten Russen in Berührung kamen. Diese Entdeckung reizte zur Fortsetzung der Untersuchungen gegen Osten, doch kamen weder die Engländer noch die Holländer, der ungeheuren Schwierigkeiten wegen, welche die Schiffahrt in diesen Meeren hat, weiter als bis zur Küste von Novaja Sembla, welche besonders durch die Untersuchungen von Wilhelm Barentz (1594) und Heemskerke bekannt wurden: ja als der Erstere auf seiner Fahrt durch die Waigatz-Strafse vordrang und in den weiten Golf kam, in welchen der Obi mündet, glaubte er schon die Ostgränze Asiens entdeckt zu haben, von wo aus man nun ganz leicht nach China segeln könne, und er hielt diese Entdeckung für wichtig genug, um sogleich wieder nach Holland zurückzukehren und Nachricht zu geben. Auf Heemskerke's Reise ward Spitzbergen entdeckt, man stand indefs nach ihm von den Versuchen, auf diesem Wege vorwärts zu kom-

men, ab *). Was wir daher ferner von der Nordküste von Asien weiter gegen Osten wissen, verdanken wir wesentlich den zu Lande veranstalteten Unternehmungen der Russen, welche auf ihren Eroberungszügen, von der Mitte des 17ten Jahrhunderts an, zuerst in diese Gegenden kamen und bis nach Kamtschatka vordrangen. Diese sich stets weiter ausbreitende Nation hatte ein besonders grofses Interesse, die Nordgränzen ihrer Besitzungen kennen zu lernen, um wo möglich auf den grofsen Flüssen, welche durch Sibirien zum Eismeere strömen, eine fruchtbringende Handelsverbindung mit Archangel einzuleiten. Alle deshalb angestellten Versuche hatten indefs mehr oder minder ungünstige und in der That oft sehr traurige Resultate; die auf den Flüssen ausgerüsteten Expeditionen endigten gewöhnlich, oft nach mehrjährigen Anstrengungen, das Eis zu durchdringen, mit dem Verluste sämmtlicher Schiffe und eines grofsen Theiles ihrer Mannschaft. Die zwischen den Mündungen des Jenisei und der Lena, bis zum 78sten Grade, vorlaufende Spitze, Kap Taimura oder Nordost-Kap, hat auf diese Weise niemals umschifft werden können. Von der Mündung der Lena aber war es möglich gegen Osten zu gelangen, und so erhielt man denn bis zum Ende des 17ten Jahrhunderts eine möglichst zusammenhängende Kenntnifs von dem Laufe der Nordküste bis zur Mündung der Kolyma; ja es wird sogar behauptet, dafs im Jahre 1648 ein Kosacken-Obrist, Simon Deschnew, mit sechs kleinen Fahrzeugen aus der Mündung der Kolyma ausgefahren, und um die Nordostspitze Asiens, mit den zwei letztern durch die Behringsstrafse bis zur Mündung des Anadyr gekommen sey; die Wahrheit dieser Geschichte ist indefs

*) Die Schwierigkeit solcher Unternehmungen hat neuerlichst wieder Capitain Litke gezeigt, welcher von 1821 bis 1824 viermal auf Untersuchung der Küsten von Nowa Zembla ausging, und welchem es nicht gelang, damit zu Ende zu kommen.

keinesweges erwiesen, ja sogar ernstlich in Zweifel gezogen worden, und wir können wohl sagen, dafs unsere geographische Kenntnifs dieser Länder sich nicht eher wesentlich erweitert hat, als bis im Jahre 1728 der ausgezeichnete Seemann, Veit Behring, die später, hauptsächlich durch J. R. Forsters Einflufs, nach ihm genannte Strafse entdeckte und so aufnahm, dafs sie leicht wiedergefunden werden konnte. Durch dieselbe vorzudringen fand er des Eises wegen unmöglich, und es unternahm diefs zuerst Cook auf seiner letzten Entdeckungsreise 1776 bis 1778. Er wendete sich, nachdem er die Strafse passirt hatte, zuerst westlich, längs der Nordküste von Asien, es gelang ihm indefs kaum nur um 10 Längengrade vorzudringen bis zu einem Punkte, welchen er Kap Nord nannte; auch an der gegenüberliegenden Küste von Amerika mufste er sehr bald wieder umkehren (am Eis-Kap 70° 29′); sein Nachfolger im Kommando, Kapitain Clercke, suchte vergeblich weiter vorzudringen, und da nach ihm Niemand nur einmal diese Punkte wieder erreichte, so blieb das Räthsel, ob die Behringsstrafse in eine grofse Bucht führe, welche Asien mit Amerika verbindet, oder ob man durch sie in's nördliche Eismeer gelange, geraume Zeit hindurch ungelöst. Die Meinungen über die Wahrscheinlichkeit einer oder der andern dieser Ansichten blieben in hohem Grade getheilt, und noch im Jahre 1820 behauptete ein Engländer, John Dundas Cochrane, bekannt durch seine Ausdauer im Fufsreisen, er wolle von Asien nach Amerika hinüberwandern, ohne das Festland zu verlassen. In der That waren auch noch etwa 10 Längengrade vom Kap Nord gegen die Mündung der Kolyma, bis Kap Schelagsky, zu untersuchen übrig, und nordwärts des letzten Kaps war sogar schon im Jahre 1764 von einem gewissen Andrejew bergiges Land gesehn worden. Die russische Admiralität machte daher in den neuesten Zeiten einen angestrengten Versuch, diese Zweifel zu lösen, indem sie im Jahre

1820 die beiden Flotten-Officiere, Baron v, Wrangel und Anjou, dorthin schickte, mit dem Auftrage, die Nordost-Küste Sibiriens aufzunehmen. Sie begaben sich zu Lande unter grofsen Mühseligkeiten deshalb nach Nischne Kolymsk, und dort theilten sie die Arbeiten, indem Wrangel das Stück östlich, von der Mündung der Kolyma bis Kap Nord, Anjou aber das Stück zwischen der Kolyma und Lena und die Untersuchung der nordwärts gelegenen, unter dem Namen Neu-Sibirien bekannten Inseln übernahm. Beide lösten ihre Aufgabe vollkommen, nachdem sie nach Ueberwindung unsäglicher Beschwerden bis zum Jahre 1823 dort verweilt hatten. Durch ihre Aufnahmen ist es nun erwiesen, dafs Asien von Amerika ein völlig getrenntes Continent ist *).

In Beziehung auf Amerika ist die Kenntnifs von der Gestalt seiner Nordküste lange Zeit hindurch noch viel unvollkommner gewesen, als die Kunde derselben Theile von Asien. Auch hier war es zunächst das Interesse, einen abgekürzten Seeweg von Europa nach China und Indien zu finden, welchem man die ersten Entdekkungen über die nördlichsten Theile dieses Festlandes verdankt. Man nannte diesen Weg die Nordwest-Passage, die nordwestliche Durchfahrt, und suchte zuerst darnach gleich nach der Entdeckung Amerika's von Seiten der Portugiesen (Gaspar Cortereal 1500). Man hatte natürlich damals von der grofsen Breite des Continents von Amerika keinen Begriff, sondern glaubte, dafs dasselbe in eine Spitze endige, und dafs man von dort aus durch eine sogenannte Strafse von Anian werde in das chinesische Meer kommen müssen. Es ist höchst wahrscheinlich, dafs auf diesem Wege die Portu-

*) S. Physikalische Beobachtungen des Kapitain v. Wrangel während seiner Reise auf dem Eismeere, in den Jahren 1821, 1822 und 1823, herausgegeben und bearbeitet von G. F. Parrot, Berlin 1827.

giesen bereits New-Fourdland besucht haben und in die Mündung der Hudsonsbai eingetreten sind, doch blieben ihre Unternehmungen ohne Nachfolger; eben so unbedeutend waren die dorthin gerichteten Reisen der Spanier (Gomez 1524). Den Engländern aber scheint es recht eigentlich aufbehalten gewesen zu seyn, diesen Landstrich genauer zu erforschen, und schon vom 16ten Jahrhundert anfangend haben sich hier insbesondere verewigt die Namen von Martin Frobisher 1567 bis 1578, John Davis 1585 bis 1587, welcher zuerst die Westküste von Grönland sah, Henry Hudson 1607 bis 1611, welcher an der Ostküste von Grönland bis zu 82° Br. gelangte, die Hudsonsbai und den Hudsonsfluſs entdeckte, William Baffin 1616, der erste Erforscher der groſsen Baffinsbai u. s. w.

Alle diese Untersuchungen hatten bis in die neuere Zeit immer nur zu der Ansicht geführt, daſs das Continent von Amerika sich in unbestimmt hohe Breiten, vielleicht bis zum Pole selbst fortstrecke. So tief in das Innere desselben eingreifende Busen man auch gefunden hatte, so waren dieselben (Baffins- und Hudsons-Bai) doch bisher noch immer als ringsum geschlossen angesehn worden.

Zuerst änderte sich diese Ansicht durch einige Unternehmungen, welche vom Lande aus gemacht wurden. Die Hudsons-Bai-Kompagnie schickte nämlich in den Jahren 1769 bis 1772 den Nordamerikaner Samuel Hearne, einen Pelzjäger und nothdürftig im Bestimmen der geographischen Positionen unterrichtet, gegen Nordwest in's Innere, nach dem Athabaska- und Sclaven-See. Er entdeckte einen Fluſs, von ihm Kupferminen-Fluſs genannt, verfolgte denselben nach Norden und erreichte endlich unerwartet früh dessen Mündung, im ungefähr 68° Br. Er überzeugte sich dort, daſs er am Meere sey. Erst ungefähr 20 Jahre hernach ward sein Zeugniſs durch eine bedeutende Autorität, nämlich durch Alexander

Mackenzie, bestätigt. Dieser unternehmende und mit trefflichen Kenntnissen ausgerüstete Reisende begann im Jahre 1789 eine Reise von der Hudsonsbai aus gegen Nordwest, folgte dabei, vom Athabaska-See ab, dem nach ihm genannten Flusse, welcher weit gegen Nordwest sich zum Meere wendet, und fand dessen Mündung wenig nördlicher, als die des Kupferminenflusses (unter der Breite von 69°) etwa 22 Längengrade weiter westlich. Das Meer zeigte hier Ebbe und Fluth. Er sah es wieder im Jahre 1793, und so war denn durch die Entdeckung dieser zwei Mündungen das Daseyn eines Polarmeeres, welches das Festland von Nordamerika schon vor 70° Br. umspült, erwiesen. Wie aber die Form der begränzenden Küste sey, und wie diefs Polarmeer mit dem Meere von Spitzbergen und Grönland zusammenhänge, wo man das Festland wenigstens schon bis zu 82° Br. kannte, blieb zur Zeit noch verborgen.

Nichts desto weniger zweifelten schon längere Zeit hindurch die geübtesten Seefahrer nicht mehr, dafs Grönland und Amerika unzusammenhängende Ländermassen seyen, und ersteres sich von letzterem als Insel ablöse. Insbesondre finden wir bei Scoresby *) eine sehr anziehende Darstellung der dafür sprechenden Gründe, von welchen nachstehende die bedeutenderen sind.

Ganz besonders der eben erwähnten Ansicht günstig sind die Richtungen der Meeresströme in den angegebenen Gegenden. In der Baffinsbai ist ein Strom gegen Süden vorherrschend, welcher die Eismassen aus derselben durch die Davisstrafse treibt. Scoresby glaubt, es sey diefs eine rückgehende Strömung, welche durch die Behringsstrafse gegen Norden gerichtet eintrete. Ganz in ähnlicher Weise zeigt sich ein zweiter Arm dieser Strömung, von Nordost nach Südwest gehend, bei Spitzbergen, muthmafslich der westlich zurück-

*) *Account of the Arctic Regions. Edinb.* 1820. *Vol. I.*

kehrende Zweig derselben. — Diese Strömungen, was unstreitig wohl besonderer Beachtung werth ist, führen Treibholz, besonders häufig in der Baffinsbai, und Scoresby constatirt, dafs unter demselben sich auf der Oberfläche stark von Würmern angefressene Palmenstämme finden, genau so wie diejenigen, welche in den südlichen Meeren umherschwimmen. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dafs dieselben an der Westküste Amerika's in niedrigen Breiten losgerissen und durch die Behringsstrafse über den Nordpol weg in die Baffinsbai gebracht worden sind.

Eben so überzeugend ferner für den Zusammenhang dieser Meere ist die Thatsache, dafs man schon öfter an den Küsten der Tartarei, in Asien, bei Kamtschatka u. s. w. Wallfische gefangen hat, welche losgerissene europäische Harpunen (französische und holländische) von Wallfischjägern aus der Baffinsbai und den Küsten von Grönland trugen. Diese Erscheinung soll namentlich (nach Henrik Hamel 1653) an der Küste von Corea keine Seltenheit seyn.

Sehr auffallend in dieser Beziehung sind die Erscheinungen der Ebbe und Fluth, welche das Innere der Hudsonsbai darbietet und worüber wir durch Kapitain Ellis (1746) nähere Nachrichten besitzen. Sie scheinen unwidersprechlich eine Verbindung dieser Bai mit dem grofsen Polarmeere in Norden zu beweisen. Es steigt nämlich die Fluth in der Oeffnung der Bai gegen Osten (in der Hudsonsstrafse) etwa 6 Fufs hoch und im Innern an der Westküste derselben, wo sie doch wie in allen geschlossenen Meeren kaum merklich seyn müfste, 10 bis 13 Fufs, ja an einigen Orten bis 17 Fufs. Die Richtung, in welcher die Fluth in die Bai eintritt, ist ferner von Norden her, denn sie erlangt ihre gröfseste Stärke mit nördlichen und nordwestlichen Winden, und tritt beständig später ein, je mehr man sich aus dem Innern der Hudsonsstrafse nähert. Alle diese Erschei-

nungen aber müfsten gerade entgegengesetzt seyn, wenn die Hudsonsbai im Norden geschlossen wäre.

Diefs war der Stand unserer Kenntnisse von diesen Verhältnissen bis etwa zum Jahre 1818. Er mufs gewifs sehr unvollkommen genannt werden, aber kein Theil der Erdkunde hat seitdem wohl eine gröfsere Umwälzung erlitten. Als nämlich die Früchte des Friedens England gestatteten, wieder freien Gebrauch von seinen Kräften zur Ausbildung seiner Meeresherrschaft zu machen, da richteten sich die Blicke der nach Entdeckungen begierigen Seefahrer ganz besonders wieder auf diese Gegenden. Für die Kenntnifs derselben war seit 50 Jahren nichts Nennenswerthes gethan worden, und das Problem der Nordwest-Passage, so wie die Möglichkeit, vielleicht an den Nordpol zu gelangen, beschäftigte die allgemeine Aufmerksamkeit. Das Parlament setzte eine Belohnung von 20,000 Pfund aus für den, welcher zuerst durch die nordwestliche Durchfahrt in's stille Meer gelangen, und 5000 Pfund für den, welcher den Nordpol überschiffen würde. Zugleich rüstete man auf Kosten der Nation eine Expedition von zwei Schiffen aus *), um die Nordwest-Passage zu suchen, und eine andere nach den Polen. Erstere vertraute man dem Kapitain Rofs an, letztere dem Kapitain Buchan.

Kapitain Rofs ging im Mai 1818 unter Segel; unter ihm zunächst kommandirte Lieutenant Parry. Sie erreichten in etwa einem Monate die Südspitze von Grönland, Kap Farewell, segelten, nachdem sie einige Hemmungen durch das Eis erlitten hatten, längs der Ostküste der Baffinsbai fort, und erreichten endlich mit dem Anfange Augusts deren nördliches Ende in 77° bis 78° Br. Sie fanden dort die Bai völlig geschlossen, wie sie Baffin beschrieben hatte, allein bei Aufnahme der Küsten, welche Kapitain Rofs mit grofser Sorgsamkeit und Geschicklichkeit ausführte, fanden sich von den früheren

*) Alexander und Isabella.

Angaben sehr auffallende Abweichungen. Besonders fehlerhaft waren die alten Längenbestimmungen, zuweilen bis volle 10°, wodurch sich denn die Umrisse der Bai auch auf eine sehr auffallende Weise veränderten. — Von dem Ende derselben kehrten unsere Seefahrer längs der Westküste zurück, und suchten hier aufmerksam nach der Möglichkeit einer Durchfahrt in den westlichen grofsen Ocean; sie glaubten sich zu überzeugen, dafs alle die Einschnitte in die Küste, welche sie sahen, nur mehr oder minder tief eintretende Buchten seyen; nur bei einer, welche schon von Baffin Lancaster-Sund genannt worden, unter etwa 75° nördlicher Br., waren sie hierüber nicht einig. Es war ein Kanal von etwa 50 englischen Meilen Breite, worin eine ausgehende Strömung bemerkbar. Kapitain Rofs drang in denselben etwa 30 Meilen weit hinein, und da sich Eis ihm quer vorlegte, glaubten viele seiner Gefährten, auch dahinter eine Bergreihe den Sund querüber schliefsen zu sehn. Wiewohl andere entgegengesetzter Meinung waren, so hielt sich Rofs selbst doch für überzeugt, dafs diefs ein geschlossener Meerbusen sey, und da überdiefs auch die Jahreszeit schon weit vorgerückt war, so lenkte er um, und kehrte noch im Spätherbste desselben Jahres nach England zurück.

So entschieden nun übrigens auch Kapitain Rofs in seiner kurz darauf erscheinenden Beschreibung der Reise die Geschlossenheit der Baffinsbai behauptete, so fand doch auch die entgegengesetzte Ansicht, welche hauptsächlich von seinem ersten Schiffslieutenant Parry ausging, vielen Beifall bei dem Publikum. Parry war wider seinen Willen dem Befehle zur Rückkehr aus Lancaster-Sund gefolgt, und da er ganz entschieden die Hoffnung hegte, durch diesen Eingang in das nordamerikanische Eismeer zu gelangen, so rüstete man im folgenden Jahre 1819 eine neue Expedition von zwei Schiffen, Hekla und Gryper aus, und stellte

sie unter sein Commando. Er erreichte damit sehr bald die Baffinsbai, doch da er sehr lange vom Eise aufgehalten wurde, gelangte er erst am 30. Juli an den Eingang von Lancaster-Sund. Er fuhr hinein, mufste aber noch einige Tage mit widrigen Winden kämpfen, bevor sich die Zweifel lösten, ob er offen sey oder nicht. Voll Hoffnung sah man überall gerade westwärts keine Hindernisse, die Meerenge erweiterte sich, und bald hatte man keinen Zweifel mehr, dafs man sich auf directem Wege zum grofsen Ocean befinde. Nachdem man etwa 10 Längengrade fortgeschifft war, sah man im Süden einen breiten Kanal von der Hauptstrafse abweichen, und da dieser vielleicht eine Durchfahrt in niedere Breiten gestatten konnte, so fuhr man hinein. Die Reise ward hier eine bedeutende Strecke weit fortgesetzt, und man machte dabei namentlich die merkwürdige Erfahrung, dafs die Compafsnadeln ganz unbrauchbar wurden, da man dem magnetischen Pol gerade entgegenreiste, und von ihm nur etwa noch 20 Meilen entfernt blieb. Mit der Erreichung des 73sten Breitengrades etwa sah man sich hier aber völlig vom Eise aufgehalten. Parry, welcher diesen Seitenweg Prinz-Regents-Einfahrt, seinen Hauptweg aber die Barrows-Strafse genannt hatte, eilte nun, auf den letzteren wieder zurückzukommen. Er segelte voll Hoffnung noch weit gegen Westen, indem er rechts und links viel einzelne Küstenstrecken, getrennt durch dazwischenliegende Meeres-Einschnitte, entdeckte, ohne sich dabei aufhalten zu können. Mit dem 110ten Längengrade von Greenwich (etwa 270 östlich Ferro), welchen zu überschreiten eine Prämie von 5000 Pfd. Sterl. ausgesetzt war, entdeckte er eine ansehnliche Insel, welcher er den Namen Melville's Insel beilegte. Von hier segelte er noch um etwa 3 Längengrade nach Westen; dort aber wurde er unabänderlich durch zusammenhängende Eismassen aufgehalten. Er war daher genöthigt umzukehren, und suchte

Winterquartier an den Küsten der Melville's Insel, wo er auch den 26. September eintraf. Die Art, wie dieser Winter hier zugebracht wurde, die Erscheinungen der Natur, welche man in diesen bisher unbetretenen Regionen wahrnahm, sind sehr anziehend beschrieben; die Sonne verschwand ihnen am 4. November, und kehrte erst am 3. Februar wieder; Mitte Mai's liefsen sich die ersten Spuren des Frühlings durch das Wiederkehren der Thiere wahrnehmen, welche, wie Geflügel, Rennthiere, für den Winter nach dem Festlande zurückgegangen waren; die Jahreszeit begann wärmer zu werden, allein noch der Juni und Juli ging vorüber, bevor die Eiskruste rings umher so weit geschmolzen war, dafs die Schiffe sich in freiem Wasser bewegen konnten. Schon fürchteten unsere Reisenden, ganz eingeschlossen zu bleiben, da brach endlich ein frischer Wind am 2. August die grofse Eisdecke, und sie setzten sich nun sogleich in Bewegung. Ihr erster Plan war, gegen Westen zu fahren, um wo möglich durch die Behringsstrafse nach Hause zurückzukehren; sie gelangten indefs nur mit Mühe so weit, als sie im vorigen Herbste gekommen waren; dort versperrte dann eine dichte Eismasse den Weg, und als dieselbe auch bei dem Wehen eines starken Ostwindes sich nicht rührte, gaben sie die Hoffnung weiterer Entdeckungen auf, und kehrten nach Hause zurück, wozu die Jahreszeit gerade günstig war.

Die aufserordentliche Erweiterung unserer geographischen Kenntnisse, welche diese merkwürdige Reise bewirkt hatte, veranlafste die englische Regierung, bei Zeiten auf die Ausrüstung einer neuen Expedition zu denken. Sie ging bereits im Frühlinge des nächsten Jahres 1821 ab und bestand aus den Schiffen Hekla und Fury, unter dem Commando von Parry und Kapitain Lyon, der sich wenige Jahre zuvor durch eine Reise in das Innere von Afrika ausgezeichnet hatte. Da man bei der ersten Reise gegen Süden und gegen Westen durch Eis-

barrieren zurückgehalten worden, so war es gegenwärtig die Absicht, einen andern Durchgang in dem Polar-Ocean aufzusuchen und zwar von dem nördlichen Theile der Hudsonsbai aus. Denn diese Gegenden waren seit Middleton (1741) nicht näher untersucht worden, und man wufste nur, dafs sie durch eine Menge Inseln, Meerengen und Buchten von unbekannter Ausdehnung gegen Norden und Nordwest eingenommen werden. Die Expedition trat im Juli in die Hudsonsstrafse ein und erreichte die nördlichen Gegenden der grofsen Bai bereits früh im August. Dort indefs war Parry genöthigt, sich am Nordende von Southampton-Island in die Untersuchung einiger tief landeinwärts gehenden Meeresbuchten einzulassen, unter andern der Repulse-Bai, welche schon Middleton so genannt hatte. Diefs veranlafste einen solchen Aufenthalt, dafs er am 3. September genau wieder so weit kam, als er am 6. August schon gewesen war. Er wendete sich daher nun gerade nordwärts und trat in den grofsen breiten Fox-Kanal ein, welchen 200 Jahre vor ihm schon Fox (1631) befahren hatte. Hier, gerade unterm Polarkreise, mitten in einem Eisfelde nahe bei Winter-Eiland, war er genöthigt zu überwintern. Dieser Winter war abwechselnder, als jener auf der Melville's Insel; denn des südlicheren Klima's wegen zogen sich hier die Thiere nicht ganz zurück. Die Reisenden hatten Verkehr mit menschlichen Bewohnern (Esquimaux), und bei dem niedrigen Stande der Sonne war der Anblick eines Himmels in steter Dämmerung, mit den Erscheinungen, welche das Brechen des Lichtes in der mit Eisnadeln erfüllten Atmosphäre machte, ungemein reizend. Nebensonnen und Nebenmonde wurden häufig beobachtet, besonders reich aber waren die Beobachtungen über die Beschaffenheit des Nordlichtes. Als die mildere Jahreszeit eintrat, machte Kapitain Lyon einige Streifereien auf das benachbarte Land. Am 2. Juli endlich ward man vom Eise frei und

die Fahrt ging nun im Fox-Kanal weiter nordwärts, als zuvor je geschehn war. Man hatte auf der Westseite beständig Land, durch welches man nun eine Durchfahrt in den Ocean zu finden hoffte. Im August fand man auch wirklich eine solche unter 70° Br., in einer von hohen Bergen eingefafsten Meerenge, welche die Hekla- und Fury-Strafse genannt ward; der Versuch indefs durch sie durchzudringen mifslang, da man mitten in derselben im Eise stecken blieb. Durch mehrfache Landexcursionen überzeugte man sich indefs ganz genau, dafs wirklich weiter in Westen ein grofses weites Meer lag, welches die Reisenden für den Polar-Ocean nahmen; doch auch er war mit Eis bedeckt. — Man entschlofs sich endlich, hier einen zweiten Winter zuzubringen, indem man die Schiffe zum Eingange der Strafse, zur dort gelegenen Insel Igloolik zurückführte, wo man den 30. Oktober anlangte. Der Winter ward weniger angenehm als der vorhergehende hingebracht, einige Abwechselung brachte noch der Verkehr mit den Esquimaux, der Frühling aber, welcher nun folgte, war ganz besonders ungünstig. Erst den 7. August ward man vom Eise frei, und wiewohl Parry schon den Plan machte, noch einen dritten Winter hier zuzubringen, so sah er sich doch genöthigt, bald umzukehren; er kam im Herbste 1823 wieder nach England, wo sein langes Ausbleiben bereits Besorgnisse erregt hatte.

Unermüdet wollte Parry nicht ruhen, bis ein Resultat dieser Reisen gewonnen wäre; er drang daher auf die Erlaubnifs, eine dritte Fahrt in diese Gegenden machen zu dürfen, und erhielt sie. Im Mai 1824 segelten er und Kapitain Hoppner mit denselben Schiffen noch einmal nach der Baffinsbai. Es war ihre Absicht, diefsmal wo möglich durch Prinz-Regents-Einfahrt in den Polar-Ocean zu gelangen. Im ersten Jahre machten sie nur sehr wenig Fortschritte, denn des vielen Eises und der ungünstigen Winde wegen gelangten sie erst sehr

spät (mit dem 30. September) an den Eingang von Lancaster-Sund, und kaum in Prinz-Regents-Einfahrt eingetreten, waren sie schon genöthigt, an der Ostküste derselben in Port Bowen zu überwintern. Allein das folgende Frühjahr war ihnen sehr günstig, denn sie wurden schon den 19. Juli 1825 vom Eise frei; als sie aber die Fahrt in südlicher Richtung fortsetzten, hatten sie mit grofsen Hindernissen zu kämpfen. Endlich an der Westküste des Kanals, als sie bis 72° 42′ Br. gelangt waren, erlitt die Fury durch das Eis eine so harte Beschädigung, dafs sie im Stiche gelassen werden mufste. Man landete ihre Vorräthe (so weit sie nicht mitzunehmen waren) bei Kap Garry, überliefs das Wrack seinem Schicksale, und die Mannschaft kehrte vereinigt auf dem Hekla wieder nach England zurück, wozu eben die Jahreszeit noch hinreichte.

Mit dieser letzten mifslungenen Unternehmung ruhten einstweilen die Versuche, auf dieser Seite vom Meere aus die Umrisse des Continents von Amerika zu bestimmen. Zwei Jahre darauf ward Kapitain Parry zu dem bekannten Versuche ausgesendet, den Nordpol zu erreichen; aber er gelangte nicht ganz bis zu 83° Br. Weiter ist man bisher nicht gekommen, also noch immer um mehr als 105 Meilen vom Nordpol entfernt geblieben, etwa so weit wie Berlin von Paris.

Nur erst wieder im Jahre 1829 versuchte Kapitain Rofs eine Unternehmung zur Ausführung der Nordwest-Passage auf seine und seiner Freunde Kosten. Er wählte dazu ein Dampfboot, genannt Victory; indefs schon in der Baffinsbai überzeugte er sich, dafs diese Art von Schiffen in jenen Meeren nicht brauchbar sey, und er verwandelte es daher an der Küste von Grönland in ein Segelschiff. Begünstigt vom Wind und Wetter setzte er damit seine Fahrt fort, trat in Lancaster-Sund und Prinz-Regents-Einfahrt ein, und erreichte dort schon am 14. August die Stelle, wo die Fury einst strandete.

Glücklicherweise fand man die Vorräthe und die Böte derselben noch unversehrt. Man richtete seinen Lauf weiter nach Südwesten, aber bald traten grofse Hindernisse ein, und schon zwischen 71 und 72° Br. mufste man an der Küste überwintern (in Felixhafen). — Das spät eintretende Frühjahr ward benutzt, um in dem Lande, dem man zunächst lag, Streifzüge anzustellen und Küsten-Aufnahmen zu machen. Von einem ganz isolirten Stamme Esquimaux, den sie hier antrafen, erfuhren unsere Reisenden, dafs sie sich schon, ganz unerwartet, auf dem Festlande Amerika's befänden, denn das Land, welches die Westküste von Prinz-Regents-Einfahrt bildet, gehört einer weit vorspringenden Halbinsel, die durch einen kaum 3 Meilen breiten Isthmus mit dem Festlande verbunden ist. Kapitain Rofs selbst betrat diesen Isthmus, und überzeugte sich, dafs die Küste von hier aus nach dem Lande der Repulse-Bai fortsetze; er nahm eben so bis unterm 70sten Grade der Breite Stücke der Westküste an dem grofsen Polar-Ocean auf, und erreichte hier ferner den magnetischen Pol.

Da man sich nun überzeugt hatte, dafs man, auf diesem Wege fortfahrend, auch im glücklichsten Falle nur nach der Hudsons-Bai kommen könne, so beschlofs Kapitain Rofs wieder nordwärts zur Prinz-Regents-Einfahrt hinauszufahren, indefs hinderte das Eis ihn an der Rückkehr. Mit aller Anstrengung kam man im ganzen Sommer 1830 nur sechs englische Meilen (nach andern gar nur vier) nordwärts und war genöthigt hier zu überwintern; man hoffte auf den folgenden Sommer, indefs auch 1831 legte man wieder mit grofser Mühe nur 14 englische Meilen zurück. Man überwinterte zum dritten Male. Da indefs auch der Frühling 1832 keine Hoffnung zum Weiterkommen darbot, so trieb die Noth unsere Reisenden im Mai ihr Schiff zu verlassen und eine höchst beschwerliche Landreise bis zu dem Punkte zu machen, wo die Lebensmittel der Fury lagen. Dort an-

ge-

gelangt, besserten sie die Böte der Fury aus und setzten in diesen die Reise gegen Norden fort. Sie erreichte auch die Mündung von Prinz Regents Einfahrt bei der Leopolds-Insel, fanden aber dort die Strafse nach der Baffins-Bay, wohin sie sich nun retten wollten, so vom Eise verstopft, dafs es unmöglich war, vorwärts zu kommen. Unter schrecklicher Angst brachten sie einige Zeit daselbst in vergeblichen Versuchen zu, und als der Winter sie überfiel, blieb ihnen wieder nichts übrig als zu den Fury-Resten zurückzukehren, um dort Schutz gegen die Kälte und Fristung ihres Lebens zu suchen. Sie überwinterten nun dort zum vierten Male unter entsetzlichen Leiden. Im Frühjahr 1833 versuchten sie dann noch einmal das Aeufserste. Sie schleppten mühselig ihre letzten Vorräthe zu den Böten, die sie früher hatten zurücklassen müssen, sahen indefs vor dem 15. August keine Möglichkeit aus der Stelle zu kommen. Glücklich erreichten sie dann in zwei Tagen wieder Prinz Leopolds-Insel, und unter grofsen Gefahren kamen sie längs der Seeküste der Barrows-Strafse bis nahe an deren Mündung in die Baffins-Bay; wo sie am 26sten ein Schiff, die Isabella von Hull, antrafen, welches sie aufnahm und in ihre Heimath brachte. —

In derselben Zeit, in welcher die zahlreichen Seereisen nach der Baffins-Bay gemacht wurden, stellte man von der Hudsons-Bay aus einige Unternehmungen zu Lande an, durch welche die Gestalt eines sehr grofsen Theiles der Nordküste von Amerika ausgemittelt wurde. Der Held dieser Reisen war vorzugsweise Kapit. Franklin, und mit ihm der Arzt und Naturforscher Richardson. Beide verliefsen Europa im Jahre 1819, überwinterten in den Niederlassungen der Hudsons-Bay-Compagnie, und drangen dann 1820 gegen NW. in's Innere ein. Es war ihre Absicht, dem Kupferminenflusse zu folgen; nachdem sie indefs noch einmal 10 Monate lang hatten überwintern müssen, gelangten sie endlich 1821

an das Polarmeer. Hier wendeten sie sich sogleich gegen O., in der Absicht, östlich längs der Küste wo möglich zur Hudsons-Bay wieder zurückzugelangen; sie fanden indefs die Küste aufserordentlich schwierig zu befahren, und da sie durch die Aufnahme einer höchst verwickelten Bucht sehr lange aufgehalten worden, sahen sie sich genöthigt, um nicht Hungers zu sterben, in grofser Eile und auf dem kürzesten Wege zurückzukehren, wobei sie die gröfsten Mühseligkeiten zu überstehen hatten. Der östlichste Punkt, welchen Franklin auf dieser Reise an der Nordküste erreichte, liegt nur 150 engl. (30 deutsche) Meilen von dem letzten Punkte entfernt, bis zu welchem Kapt. Rofs auf seiner letzten Reise kam.

Endlich im Jahre 1825 unternahmen beide Männer, Franklin und Richardson, eine neue Landreise. Es war diefsmal ihre Absicht, den Mackenzie-Strom zu befahren und die ganze noch fehlende Nordküste bis zum Eiskap zu untersuchen. Damit diefs ja vollständig erreicht werden könnte, hatte die Admiralität gleichzeitig den Kapt. Beechey mit dem Schiffe Blossom um das Kap Horn gesendet, mit dem Auftrage, durch die Behringsstrafse vordringend, längs der Nordküste Amerika's, entweder durch Kotzebue's Sund (1816 entdeckt) oder um das Eis-Kap, so weit als möglich, zu gehn, und auf diese Weise dem Kapt. Franklin entgegenzukommen. Die Expedition unter Franklin befuhr bereits im J. 1825 den Mackenzie-Flufs bis zum Meere; sie war aber genöthigt sich für jetzt noch zurückzuziehn und am Bären-See zu überwintern. Im folgenden Jahre ging man dann wieder stromabwärts, und theilte sich, indem Richardson die Küstenstrecke in O. zwischen dem Mackenzie- und Kupferminenflufs übernahm, während Franklin sich vorbehielt, die Untersuchungen bis ans Eis-Kap auszudehnen. Dr. Richardson erreichte vollkommen seine Absicht, und kehrte durch die Mündung des Kupferminenflusses im September nach dem Bären-See zurück.

Die West-Expedition indefs traf auf mannichfaltige Hindernisse, und Franklin war genöthigt, nachdem er bis auf dreifsig und einige geogr. Meilen vom Eis-Kap gekommen war, unterm 150sten Längengrade, aus Rücksicht auf das Wohl seiner Leute im Monat August wieder umzukehren. — Inzwischen war ihm Kapit. Beechey sehr erfolgreich entgegengegangen. Er war der Erste, der über's Eis-Kap hinaus vordrang, und von dort aus die Küste Amerika's noch eine Strecke von etwa 130 engl. Meilen weit gegen NO. verfolgte. An dem äufsersten Punkte, den er zu erreichen im Stande war, befand er sich nur 146 engl. (29 deutsche) Meilen von dem Wendepunkte des Kapt. Franklin entfernt; er wartete auf ihn mit grofser Spannung bis zum 14. October, wo er umzukehren genöthigt war.

So verdanken wir denn also den Bemühungen dieser unerschrockenen Männer die Kenntnifs der Nordküste Amerika's auf einer Strecke von etwa 50 Längengraden (wenigstens 300 Meilen Küstenumrifs), wo vor Kurzem nur zwei ganz isolirt stehende Punkte bekannt waren, ein in der That höchst bedeutender Fortschritt und in der früheren Geschichte für so wenige Jahre ohne Gleichen.

Durch die eben vorgetragenen Entdeckungen ist es erwiesen, dafs Grönland eine von dem Continente von Amerika getrennte grofse selbstständige Ländermasse ist; daher wird es nicht unpassend seyn, hier noch dasjenige hinzuzufügen, was die Bemühungen der Seefahrer bis jetzt über die Gestalt und Beschaffenheit seiner Küsten ermittelt haben. Es ist eine fast allgemein bekannte Thatsache, dafs das Daseyn von Grönland schon ein halbes Jahrtausend vor den Entdeckungen des Columbus durch die kühnen Unternehmungen seefahrender Normänner, und zwar von Island aus, dargethan wurde.

Island selbst ward bereits im J. 861 durch einen im Sturme dahin verschlagenen norwegischen Seeräuber,

Namens Naddodd, entdeckt, welcher diese Insel Schneeland nannte. Sie ward bald darauf mehrfach von Schweden, Dänen und Norwegern aus Neugier besucht, erhielt sehr bald ihren gegenwärtigen Namen, und schon im J. 874 ward sie von seefahrenden Normännern mit Kolonisten besetzt. Ihr Klima ist, allen Nachrichten zufolge, in jenen Zeiten besser als gegenwärtig gewesen, denn man fand damals Holz daselbst und konnte Getreide bauen. Diefs sowohl, als die politischen Verhältnisse Norwegens, Kriege, welche viele Normänner zum Auswandern aus ihrem Vaterlande nöthigten, veranlafste, dafs Island sehr schnell bevölkert ward, und diefs reizte dann wieder zu neuen Unternehmungen. So erzählt man, dafs ein Normann, Namens Gunbiörn, um die Mitte des 10ten Jahrhunderts westlich von Island nach Grönland verschlagen ward, und die erste Kunde von diesem Lande nach Island brachte. Einige Zeit darauf benutzte ein gewisser Erik Raude, der auf 3 Jahre von Island verbannt worden, diese Zeit, um eine Untersuchung von dem neu entdeckten Lande auszuführen. Er erforschte einen Theil seiner Küsten, und gab ihm, ihrer reichen Begrünung wegen, den Namen Grönland. Ein Jahr nach seiner Rückkehr veranlafste er, dafs 25 Schiffe mit Kolonisten dort hingingen, etwa um 983, von denen jedoch nur 14 ankamen. So begann Grönland bewohnt zu werden, seine Bewohner nahmen bald darauf, schon durch die Bemühungen von Erik's Sohn Leif, das Christenthum an, und da fernerhin viele Isländer und Norweger hieher zogen, so erreichten diese Niederlassungen bald eine gewisse Bedeutung. Man bebauete insbesondere zwei Stellen, welche man Oesterbygde und Westerbygde nannte, und welche etwa 30 Meilen (6 Tagereisen mit Ruderböten) auseinander müssen gelegen haben. Die Bevölkerung wuchs dort so, dafs von 2 Städten, Garda und Alba, 15 Kirchen, einer Domkirche, 3 bis 4 Klöstern u. s. w. die Rede ist, und dafs man im

J. 1121 einen Bischof, welcher zu Lund geweiht ward, hieher schickte. — Man machte ferner von hier aus weitere Unternehmungen, und das erste Resultat derselben war die Entdeckung der Küsten von Nordamerika. Schon der eben genannte Leif fand dieselben im J. 1001, und nannte die zuerst entdeckten Küsten Helluland und Markland. Man schilderte diese Küsten als sehr fischreich, entdeckte einen Flufs, worin schöne Lachse; das Land hatte viel Wild und war reichlich bewachsen. Ein mitgereister Deutscher, Namens Tyrker, ward zuerst auf schmackhafte wilde Trauben aufmerksam, und man nannte daher einen Theil dieses Landes Wiinland det Gode. Nach den fernern Erzählungeu soll hier der kürzeste Tag 8 Stunden lang gewesen seyn, und diefs deutet Forster auf 49° Br., auf New-Foundland und Canada; neuerdings hat indefs der Däne Graah durch Bestimmung der Tageszeiten Dagmaal und Eikt ermittelt, dafs der Tag 9 Stunden lang war, und diefs deutet auf 41°, etwa auf die Breite zwischen New-York und Boston. — Es gingen viele Normänner hieher, um das Wiinland zu bewohnen, aber etwa 100 Jahre später, im J. 1121, verschwindet mit der letzten Nachricht von der Hinreise eines Bischofs von Grönland alle Kunde von ihnen.

Fast nicht besser ging es mit den eben erwähnten neuen Niederlassungen von Grönland: sie blühten bis ins 14te Jahrhundert, und man kennt die Geschichte von 17 nach einander hingeschickten Bischöfen. Ums Jahr 1379 aber ward Westerbygde von den Esquimaux überfallen und vernichtet, das beträchtlichere Oesterbydge indefs hielt sich noch. Der letzte Bischof, Namens Andreas, ward 1406 hingeschickt, und erst neuerlich hat Fin Magnussen eine Urkunde aufgefunden, aus welcher sich ergiebt, dafs er wirklich angekommen und dort thätig gewesen sey. König Erik von Dänemark verbot bald darauf den Privatleuten allen Handel

nach Grönland, und diefs war wahrscheinlich der Grund, dafs man seit jener Zeit nichts mehr von den Niederlassungen hörte. Sie konnten ohne Eintausch fremder Produkte nicht bestehn, und da Kriege mit Norwegen den König hinderten ihnen Schiffe zu senden, so sind sie wahrscheinlich untergegangen. Die letzte Nachricht von ihnen ist neuerlich im vaticanischen Archiv in einem Briefe gefunden worden, den Papst Nicolaus V. an die Bischöfe von Skalholt und Holum schrieb (1448), und woraus sich ergiebt, dafs 30 Jahre früher (also 1418) eine feindliche Flotte Oester-bydge verwüstete.

Man hat seitdem viel Anstrengungen gemacht, die Abkömmlinge dieser verlassenen Kolonisten wieder aufzufinden, indefs ist man nicht einmal einig gewesen, wo sie zu suchen seyen. Der Name Oester-bygde und der Umstand, dafs man von Island nach W. fuhr, um nach Grönland zu kommen, veranlafste die meisten dieser Niederlassungen an die Ostküste zu setzen (so auch die Compilationen von Erik Walchendorf); man richtete daher seit 1578 dorthin seine Bemühungen, aber es gelang Niemandem die Ostküste in der gewünschten Breite westl. von Island zu erreichen; das Eis hinderte daran, und es soll sich dasselbe erst seit jener Zeit dort festgesetzt haben, was das Klima von Island sehr verschlechterte. Zahlreiche Expeditionen, von welche Graah uns erzählt, waren vergeblich. — Die Westküste von Grönland ward durch die Bemühungen von Hans Egede unter 64 — 68° Br. im J. 1721 neu kolonisirt (von Godthaab aus); vergeblich suchte man zu Lande nach der Ostküste hinüber zu gelangen, doch lernte man die Ostküste allmälig durch die Bemühungen der Dänen vom Kap Farewell (60°) bis zwischen 65 — 66° Br. westlich Island gegenüber kennen. Im J. 1822 machte W. Scoresby dahin eine merkwürdige Reise, und nahm diese Küste von 69 — 75° Br. auf. Endlich im J. 1821 — 31 ward Kapit. Graah von der dänischen Regierung hin-

geschickt, dem wir eine sehr lehrreiche Reisebeschreibung verdanken; er kam von Kap Farewell in 2 Böten bis zu $65\frac{1}{2}^{0}$ Br., machte eine sehr berichtigte Küstenaufnahme, fand aber bis dahin von den alten Kolonien keine Spur. Er hat es endlich durch eine historische Betrachtung bis zur höchsten Wahrscheinlichkeit erhoben, dafs Oesterbygde an dem südlichsten Theile der Westküste, im jetzt sogenannten Bezirk Julianshaab gelegen habe (zwischen $60-61^{0}$ Br.), denn dort finden sich noch grofse Ruinen alter Kirchen, welche schon Egede 1723 fand, und die Graah wiedersah und genau untersuchte. Kap Farewell ist wahrscheinlich das früher sogenannte Vorgebirge Hvarf, welches auch schon die alten Isländer umfuhren, nachdem sie erst von Island in W., dann längs der Küste Grönlands SW. gefahren waren, wie diefs ausdrücklich die alten Beschreibungen erwähnen. *)

b. Von den Inseln.

Ueberschauen wir die grofse Inselwelt, welche nächst den zuvor betrachteten Massen der Kontinente ein gleichsam für sich stehendes Reich bildet, worin mehr oder minder vereinzelte oder zusammengruppirte Stücke des festen Theiles unserer Erdkugel sich der Bedeckung durch das Wasser entzogen haben, so scheint uns zunächst in der Vertheilung und der Natur derselben der Zufall, keine eigenthümlich durchgreifende Gesetzmäfsigkeit zu walten, und demgemäfs finden wir auch bei allen früheren Geographen einstimmig die Meinung ausgesprochen, dafs die Inseln nur die oft sehr unregelmäfsig vertheilten Spitzen der höchsten Berge andeuten, welche die vom Wasser bedeckten Theile der festen Erdkugel eben so wie so viele Theile des Festlandes besetzen. Seitdem man

*) S. *Torfaeus Groenl. antiqua;* Forster's Geschichte der Entdeckungen und Schiffahrten im Norden 1784, und *Graah Undersoegelser Reise til Groenland. Kiöbenhavn* 1832.)

indefs genauer mit der Beschaffenheit und insbesondre mit der innern Bildung dieser isolirten Länder bekannt worden ist, hat man auch in ihnen tief in der Natur begründete Eigenthümlichkeiten (Kontraste) aufgefunden, und nächst einigen Bemerkungen aus früherer Zeit, welche wir Steffens *) verdanken, hat ganz besonders L. von Buch sich das Verdienst erworben, fruchtbare neue Ansichten in diesen Zweig der physikalischen Erdbeschreibung einzuführen. — Das Wesentlichste derselben besteht in Folgendem:

L. v. Buch machte zuerst darauf aufmerksam **), dafs, wenn wir die Inseln vergleichend betrachten, zunächst in der Form ihrer Umrisse sich eine sehr bemerkenswerthe Verschiedenheit darbietet; die einen derselben nämlich sind von langgestreckter schmaler Gestalt, die einander gegenüberliegenden Enden meist in Spitzen auslaufend, die andern dagegen nähern sich in ihrem Haupt-Typus mehr der kreisrunden oder elliptischen Form; L. v. Buch nennt daher auch die einen ohne Weiteres die langgestreckten, die andern die runden Inseln, und wir werden zugleich sehen, dafs dieses Kennzeichen der Umrisse von hoher Bedeutung für unsere Vorstellungen von der Bildung derselben und von ihren Beziehungen zum Festlande sey.

Die langgestreckten Inseln pflegen gewöhnlich reihenweise hintereinander zu liegen; sie bilden mehr oder minder deutlich in Bezug auf einander stehende Ketten, so dafs die Spitze der einen immer der entgegengesetzten Spitze der nächstfolgenden zugekehrt ist, und daher liegen ihre Längenaxen sämmtlich für gewisse gröfsere Räume in einerlei Richtung. Dieser ihrer Längenausdehnung entspricht ferner, wie eine genaue Untersuchung zeigt, auch die Hauptausdehnung von einer oder meh-

*) Steffens Schriften 1821, Th. I. p. 193—219.

**) Leonh. Taschenbuch 1821, p. 393. Anm.

reren parallel in ihrem Innern fortlaufenden Bergketten, und es ist diefs in auffallender Beziehung ganz der Charakter der gröfseren Kontinente und der an ihnen befindlichen Halbinseln, deren Haupt-Längenerstreckung, wovon weiter unten noch ausführlicher die Rede seyn wird, immer von der Längenrichtung der in ihnen auftretenden Bergketten abhängig ist. — Dieser Charakter aber nicht nur allein erinnert uns bei den langgestreckten Inseln an die Kontinente, sondern eben so sehr noch der Umstand, dafs sie sich niemals beträchtlich von den Küsten der gröfseren Kontinente entfernen, nie dem hohen offnen Meere selbst angehören, wie die andern Inseln, und wir können sie daher in jeder Beziehung mit Recht Kontinental-Inseln nennen.

In der That können wir uns die Entstehung derselben nicht besser versinnlichen, als wenn wir sie als abgerissene Splitter der zertrümmerten Ränder des Festlandes betrachten, zertrümmert durch unterirdisch hebenden oder durch die von oben nieder zertheilend wirkenden Kräfte des Gewässers, und dafür spricht nicht nur in hohem Grade ihre geognostische Beschaffenheit, sondern mehr noch die Eigenschaft, dafs diese Inseln so häufig im Grofsen und Ganzen den gegenwärtigen Rändern des Festlandes parallel liegen, gleichsam die vereinzelten Konturen seiner vormaligen Umrisse andeutend.

Ein ausgezeichnetes Beispiel von dem Vorkommen solcher Inseln, auf welches L. v. Buch ein besonderes Gewicht gelegt hat, zeigt sich in der halben Umgebung von Neuholland, an seiner O. und N. Seite. Hier bildet sich ein wahrer zusammengehöriger Circus, welcher in S. mit den beiden langgestreckten Inselhälften von Neuseeland anfängt. Die Hauptlängenausdehnung derselben ist von SW. nach NO., parallel der gegenüberliegenden Küste des Kontinents, doch am Nordende derselben streckt eine langgedehnte Halbinsel sich weitvorlaufend gegen NW., die Küstenkrümmung von Neu-

holland in NO. gleichsam vorandeutend. Es setzt sich dann eine Verbindung der hier begonnenen Insellinie fort, durch die kleine Norfolk-Insel, Neu Caledonien, die vorliegende Reihe der neuen Hebriden, der Salomons-Inseln, Neu-Britannien, -Hannover und -Irland, Louisiade, Neu-Guinea u. s. w., von wo aus sich die bisher nachgewiesene, ziemlich einfache Reihe in die Molucken zersplittert. L. v. Buch nennt diese Reihe die westaustralische Kette, und erweist ihren Zusammenhang nicht nur durch die parallele Längenrichtung ihrer Inseln, sondern auch durch die bisher bekannt gewordenen Notizen über ihre geognostische Beschaffenheit. Schon vor ihm wurde dieselbe als das Fragment eines durchbrochenen Küstensaumes angesehn, welcher die vormalige Ausdehnung von Neuholland andeutete, und insbesondre hat Steffens darauf aufmerksam gemacht, dafs, wenn wir dasselbe nach diesen alten Umrissen restauriren wollen, es eine Afrika oder Südamerika sehr ähnliche Gestalt erhält, was denn seiner Ansicht, dafs es die Südhälfte des dritten Welttheils bildet, sehr günstig ist.

Ungemein ausgezeichnet noch ist das Beispiel des Auftretens der langgestreckten Inseln in einer der Fortsetzungen der westaustralischen Kette durch die gröfseren Molucken, Java und Sumatra; dort ist zugleich die Kontinentalnatur derselben durch den äufsern Augenschein, durch den Zusammenhang mit der Halbinsel Malacca erwiesen, vollständiger als je irgend wo anders, und wir haben daher auch bereits diese Inseln (nach Steffens Vorgange) als ein naturgemäfs zusammenhängendes Ganze, als den Isthmus zu betrachten, welcher die beiden Kontinental-Hälften des dritten Welttheiles verbindet.

Ganz ähnlich ferner ist das Verhältnifs einer andern Inselreihe, welche sich in S. aus dem verworrenen Ar-

chipelagus der Philippinen gestaltet. Sie geht von dort nach Formosa über, durch die Likejo-Inseln nach Japan, und von dort nach Jesso durch die Kurilen nach Kamtschatka. Schon oft ist in dieser nur wenig unterbrochenen Kette der ursprüngliche Saum der alten Ostküste von Asien erkannt worden, und da die beiden Kontinente (Asien und Neuholland) an ihrer Ostküste also so zahlreiche Spuren von Zertrümmerung zeigen, so hat man schon mehrfach daraus auf einen von O. nach W. fortschreitenden allmäligen Wechsel in der Vertheilung zwischen Festland und Meer schliefsen wollen. (S. u. a. Lamark Hydrogeologie, Wrede südbaltische Länder u. s. w.)

Die beiden andern grofsen Welttheile zeigen uns das Beispiel der langgestreckten Inseln zwar stets nur in sehr untergeordnetem Grade, aber doch oft mit sehr ausgezeichneter Deutlichkeit. Afrika hat nur ein isolirt stehendes Vorkommen derselben in der hoch gebirgigen, der Küste des Festlandes ausgezeichnet parallellaufenden Insel Madagascar. Amerika zeigt uns ein schönes Beispiel derselben im Golf von Mexiko, durch Portorico, San Domingo, Jamaica und Cuba, welche sich sichtbar durch die Halbinsel Yucatan dem Festlande anschliefsen, und welche sich zu Südamerika etwa eben so stellen, wie die Kette von Neu-Guinea und Neu-Irland zu Neuholland.

An seinem Nord- und Süd-Ende ferner ist das Festland von Amerika auf eine sehr ausgezeichnete Weise in eine Menge Kontinental-Inseln zersplittert. Schon oben ist gezeigt, dafs ganz Grönland und die Länder nordwärts der Hudsons-Bay in diese Kategorie gehören; an der NW. Küste ist in dieser Beziehung ganz besonders die Gegend längs Neu-Norfolk, -Cornwall, -Hannover und -Georgien merkwürdig, welche durch Vancouver's Aufnahme so bekannt ward, und

in neuester Zeit haben wir ferner durch Kapit. King *) kennen gelernt, in wie hohem Grade Feuerland mit seinen Umgebungen dem eben erwähnten Bilde der Zertrümmerung alten Festlandes entspricht.

In Europa endlich sind die Beispiele des Auftretens solcher langgestreckten Inseln sehr häufig und deutlich, wenn gleich nirgend in so grofsartigem Mafsstabe vorhanden. Zunächst im N. sind sie im höchsten Grade auffallend, denn die ganze Küste von Norwegen und ein Theil der von Schweden ist durch tief eindringende Felsschluchten zerspalten, und das Land endet in zahllosen Splittern, welche Skären (Scheeren) genannt werden, und seiner Küstenumsäumung einen ganz eigenthümlichen Charakter geben. In der Ostsee entsprechen diesem Bilde viele Inseln, und ich nenne nur Gottland, Oeland, Bornholm u. s. w. An der Nordküste von Deutschland tritt uns diese Erscheinung recht deutlich, wenn gleich sehr im Kleinen an der Inselreihe von Texel, Vlieland bis nach Neuwerk entgegen; England repräsentirt ungemein schön eine Kontinental-Insel, und an ihm hängen in N. seine Trümmerreihen in den Hebriden, Orkaden und Shetlands-Inseln. Eben so vollkommen ferner entfalten sich dieselben Verhältnisse im Mittelmeere. Dort gehören zu den Kontinental-Inseln zunächst alle gröfser bekannten zwischen den Halbinseln Italien und Spanien, die Balearen, ferner Sicilien, Corsica, Sardinien und die ihnen nahe stehenden kleineren, Elba, Giglio u. s. w.; von diesen letztern namentlich erweist sich die Beziehung auf das Festland ungemein schön durch ihre geognostischen Verhältnisse, denn sie bilden nur ein Glied in der grofsen Kette des Gebirgssystemes, welches zusammenhängend die ganze Pyrenäen- und Apenninenkette ausmacht.

*) *Geographical Journal.* Vol. I. p. 155.

Parallel diesem Systeme ziehn sich im O. von Italien die Gebirgsketten längs der Küste des adriatischen Meeres in Dalmatien und Albanien, und hier ist es denn auch nun wieder eine ungemein schön ausgeprägte Reihe von Kontinental-Inseln, welche aus dem Golf von Istrien bis nach Ragusa (Meleda, Sabioncello) hier auftritt. Sie setzt weiter südlich in den Jonischen Inseln fort, von Corfu bis Cerigo.

Ungemein schön aber kommt ein solches Verhältnifs wieder zum Vorschein auf der entgegengesetzten Seite von Griechenland, in dem Archipelagus der Cykladen, welchen wir an den Schlufs dieser Betrachtung setzen. L. v. Buch hat uns in neuesten Zeiten über den innern Zusammenhang dieser Inseln ein sehr anziehendes Bild gegeben *). Er sagt nämlich; „Die griechischen Inseln sind nicht sporadisch zerstreut oder cykladisch versammelt, sondern sie haben ganz die Natur der norwegischen und schwedischen Scheeren; durch sie werden die Gebirgsreihen des festen Landes in gleicher Reihe und mit gleichen Gebirgsarten fortgesetzt, bis in weiter Entfernung die einzelnen Erhebungen nicht mehr als Inseln aus dem Meere steigen können. Sie sind daher nothwendige und wesentliche Bestandtheile von Griechenland selbst, und so sehr, dafs man mit vollem Rechte und blos von der Natur geleitet auf den äufsersten Felsen von Stampalia setzen könnte: hier ist Europa und nicht Asien, und auf den westlichen von Cos und Callimene: hier ist Asien und nicht Europa."

L. v. Buch zeigt dann, wie ganz Griechenland in der Hauptsache von, aus NW. nach SO. streichenden hohen Parallelgebirgsketten durchzogen wird. Zwei derselben, welche zu dem System der grofsen Pinduskette gehören, setzen einander parallel fort, die eine durch Euboea, die andere durch Böotien und Attica nach

*) S. Poggend. Annal. X. 169 sq.

Kap Sunium; die erstere geht mit unverändert geognostischem Charakter hinaus in die Inselreihe von Andros, Tine, Myconi (Delos), die andere durch Zea, Syra, Paros, Naxia, Amorgos, Stamparia. Beide Inselreihen bestehen aus granitischen Gesteinen, Gneis, Glimmerschiefer und oft sehr ansehnlichen Marmorlagern. „Keine dieser Inseln steht daher durch ihre Natur einzeln und abgesondert von den übrigen, und deshalb kann keine von ihnen, selbst Delos nicht, einzeln aus dem Grunde des Meeres emporgestiegen seyn.“ (p. 171.)

Sehr verschieden dagegen von diesen Kontinental-Inseln ist der Charakter der runden Inseln; sie haben keine der Eigenschaften, die wir oben von den langgestreckten erwähnten, keine parallelen Bergketten, die sich auf einander beziehn, auch halten sie sich nicht nothwendig an das Festland, als dessen Splitter sie daher keinesweges können betrachtet werden. Sie sind vielmehr, wie sogleich gezeigt werden soll, unabhängige selbstständige Individuen, in sich abgeschlossen, entweder theilweise Produkte des Meeres, oder doch wahrscheinlich ausdrücklich da entstanden, wo es an Kontinental-Massen mangelte. Wir thun daher unstreitig wohl recht, diese Inseln die pelagischen oder Meeres-Inseln zu nennen.

Vorzugsweise gehörte in diese Klasse die zahllose Menge vereinzelt stehender Inseln, welche das Becken des grofsen Oceans zum Schauplatze einer eigenthümlichen, von den Kontinenten verschiednen Welt machen. Es sind die ohne Rücksicht auf den Lauf der benachbarten Küsten zerstreut liegenden Gruppen, welche wir unter dem Namen der Freundschafts-, Societäts-, Marquesas-, Sandwichs-Inseln u. s. w. kennen, und welche zuerst Forster in einer übersichtlichen Darstellung zusammenfafste. Nach den von diesem ausgezeich-

neten Naturforscher gegebenen Ansichten, welche seither stets wieder angenommen wurden, unterscheiden sich diese Inseln ihrer natürlichen Beschaffenheit nach sehr wesentlich in zwei Haupt-Abtheilungen, welche er die hohen und die niedern Inseln nannte, ein überaus wesentlicher und tief in ihrer Zusammensetzung begründeter Umstand.

Die hohen Inseln, welche sich mehr oder minder ansehnlich über dem Meeresspiegel erheben, sind der Zahl sowohl als der Gröfse nach, über die niedern bedeutend vorwaltend. Sie sind eigentlich mehr oder minder ein für sich stehender einziger Berg, von stumpf kegelförmiger Gestalt, und daher kreisähnlicher Basis, oft bis zu Höhen emporsteigend, welche denen der höchst bekannten Punkte des Festlandes nahe gleich kommen (z. B. Mowna Roa 14894 Fufs, Otaheiti 10230, Bourbon 10200, Pic von Teneriffa 11206). Unstreitig aber von ganz besonderer Wichtigkeit ist die bisher überall bestätigte Wahrnehmung, dafs sie sämmtlich vulkanischen Ursprunges sind. Sie alle gleichen daher einander nicht nur völlig in ihrer äufsern Gestalt, sondern auch in ihrer Zusammensetzung, in der Beschaffenheit und Anordnung ihrer Bestandtheile, und wir verdanken namentlich von diesem letzgenannten Verhältnisse L. v. Buch eine sehr vollkommne und lehrreiche Schilderung.

L. v. Buch nahm die Grundsätze, welche sich in der übereinstimmenden Struktur aller hohen Inseln entwickelt zeigen, aus eigner Anschauung der Natur von den kanarischen Inseln her, und die dort aufgefafsten Vorstellungen liefsen sich sehr leicht dann auf alle genauer bekannt gewordenen hohen Inseln im grofsen Oceane anwenden. Er bemerkt nämlich, dafs alle diese Inseln in ihrem vollendeten Zustande zwar, wie erwähnt, von den Küsten aus ringsum gleichförmig aufsteigen, allein immer in der Mitte, wo man den Gipfel erwarten sollte, eine mehr oder minder tief eingreifende

grofse kesselförmige Vertiefung zeigen, welche gleichsam die hohle Axe des Kegels bildet, in welchen die Abhänge zusammenlaufen würden. Diese Kesselvertiefung ist nahe kreisförmig, ringsum von steilen, zackigen Wänden umgeben, welche von der ansehnlichsten Höhe der Insel oft plötzlich fast bis zur Meeresfläche abstürzen; sie gewährt einen höchst eigenthümlichen wilden Anblick, dessen Charakter sich in andern Gegenden der Erdoberfläche nicht wiederfindet. Die spanischen Bewohner der Kanarischen Inseln nennen diese Vertiefung la Caldera; doch mit ihr sind die Merkwürdigkeiten in dem Baue dieser Inseln keinesweges beendet. Wir bemerken in den Abhängen derselben nämlich eine grofse Zahl schmaler und tief eingerissener Schluchten, welche ringsum strahlenförmig von dem Mittelpunkte ausgehn. Sie sind scharf und steil abgerissen, engen Spalten vergleichbar, gleichsam als ob die Oberfläche mit Messern zerhackt wäre; sie werden Baranco's genannt. Nur selten communiciren dieselben mit dem Innern der Caldera, und in den meisten dringt nur Ein solcher Baranco in den Kessel. Durch diefs Eindringen aber wird die innere Struktur dieser Inseln blofsgelegt, und es zeigt sich, dafs sie regelmäfsiger ist, als man bei der Vorstellung von der Vulkanität derselben erwarten mögte. Man sieht nämlich, dafs die zusammensetzenden Gebirgsarten meist Basalt-Gesteine, Mandelsteine, Conglomerate, deutliche Bänke bilden, welche überall ringsum regelmäfsig der Oberfläche parallel gehn; sie sind stets gleichförmig von dem Centrum der Inseln gegen den Rand geneigt, und indem man weniger ansteigend durch diesen Baranco zum Innern fortschreitet, geht man von den obern Schichten zu einer tieferen über, und erreicht endlich den Kern des Berges auf dem Boden der Caldera.

L. v. Buch hat diese gesetzmäfsige Bildung, welche sich vielfach bestätigt findet, durch folgende Vorstellung von dem Hergange derselben zu erklären versucht. Nach ihm

ihm mufs ein senkrechter Stofs von unten nach oben auf eine wagerechte feste Kruste solche Erscheinungen hervorbringen. Diese Kruste oder der vormalige Meeresgrund, über welchen die Inseln hervortraten, wird bersten an der Stelle, wo die Kraft auf sie am heftigsten wirkt. Die vormals wagerecht auf derselben liegenden Schichten werden emporgetrieben werden und sich rings um das Centrum der gemeinsamen Erhebung aufrichten; sie werden strahlenförmig von dem Mittelpunkte aufgerissen werden und dadurch jene Baranco's erhalten, und an dem Mittelpunkte selbst wird eine mehr oder minder ansehnliche Weitung entstehen, welche die Caldera bildet. Diese Ansicht entfernt zugleich das Phänomen der Entstehung dieser Inseln ganz eigenthümlich von der Entstehungsweise eines brennenden Vulkans, welcher einer Aufhäufung der von ihm ausgeworfenen Massen seine Bildung und sein allmäliges Wachsthum verdankt. Das Ganze wäre so das Werk einer mit vulkanischen Phänomenen zusammenhängenden Erhebung, und man nannte daher diese Inseln auch Erhebungs-Inseln, die kesselförmige Weitung in ihrer Mitte aber nannte L. von Buch den Erhebungs-Krater. Er unterschied auf diese Weise eine solche kraterähnliche Bildung von den Krateren brennender Vulkane, welche demnach Ausbruchs-Kratere genannt wurden, und diefs schien wohl sehr nöthig, denn dieser Vorstellung gemäfs mufste begreiflich ein Vulkan, wenn er ausbrach, sich am leichtesten auf dem Boden einer Caldera festsetzen, wo den ausbrechenden Kräften nur der geringste Widerstand zu überwinden blieb.

Haben daher diese Inseln, wie nur bei einer geringen Zahl unter ihnen der Fall ist, einen noch thätigen Vulkan, so wird derselbe aus den ringförmigen Umgebungen der Caldera aufsteigen, und nachdem er den innern Raum derselben ausgefüllt hat, wird er mit der Zeit über dieselben hinausragen. Diesen Fall sah L. v.

Buch sehr ausgezeichnet eintreten bei dem Pic von Teneriffa, an dessen Abhängen man die Ränder der alten Caldera als einen prachtvollen Halbkreis von Felswänden an der Südseite wahrnimmt, ein Amphitheater bildend, von wo aus man den letzten grofsen Kegel des Pic erst in seiner ganzen Gröfse und symmetrischen schlanken Gestalt wahrnimmt; ungemein schön zeigt sich dieselbe Erscheinung bei dem von L. v. Buch wieder abgebildeten Barren-Island, eine der Nicobaren, und von den im Gebiete Europa's liegenden Inseln zeigt keine wohl deutlicher diesen Charakter als Vulcano unter den Liparischen Inseln.

Die von L. v. Buch aufgestellte Erklärungsweise dieser Erscheinung hat übrigens in der neuesten Zeit bei fortgesetzten Untersuchungen theilweise einen sehr lebhaften Widerspruch gefunden. Einige Geologen, unter denen sich auch der Verfasser befindet, sind zu der Ansicht gelangt, dafs diese Erhebungs-Kratere sich in ihrer Struktur auf keine Weise von der Zusammensezzung der noch unter unsern Augen gebildeten Kratere thätiger Vulkane unterscheiden lassen. Der einzige Unterschied derselben beruht in den Dimensions-Verhältnissen, deren Gränzen sich indefs nicht angeben lassen. Und auch diese können nach seiner Ansicht wohl durch heftige Explosionen erklärt werden, welche bei der letzten Eruption diese Kratere ganz ausräumten und sie dann für Jahrtausende zur Ruhe brachten, — Erscheinungen, wovon sich Analoga doch nicht gar selten unter unsern Augen zutragen. Innere Kegel in äufsern Ringen sind ferner bei noch thätigen Vulkanen eine gar nicht seltene Erscheinung, und der Krater des Vesuv giebt fast zu allen Zeiten in einem, obwohl nur kleinen Maafsstabe, ein Abbild der Verhältnisse, wie sie an dem Pic von Teneriffa bemerkt wurden. — Nach dieser Ansicht können ferner die oben angeführten Baranco's, trotz ihrer strah-

lenförmigen Vertheilung, dennoch keine durch Erhebung entstandenen Spalten seyn, denn um einem solchen Bilde zu entsprechen, müfsten sie vom Centrum aus aufreifsen, gegen die Caldera hin weit aufklaffen und nach dem Umkreise, allmälig schmäler werdend, auslaufen. Bei den bis jetzt bekannt gewordenen aber ist es grade umgekehrt, und nur der eine Baranco, welcher ins Innre führt, scheint ein Rest jener Hauptspalte, auf welcher der ganze Vulkan sich gebildet hat. — Es ist nach dieser Ansicht endlich auch nicht klar, warum gerade stets vulkanisches Gestein es gewesen sey, welches der Erhebung durch einen senkrechten Stofs auf dem Meeresgrunde ausgesetzt war, und doch scheint diefs den hier aufgeführten Inseln durchaus wesentlich.

Wenn also nach dieser Ansicht nun auch strenge genommen auf den Namen Erhebungs-Insel, wie Erhebungs-Krater verzichtet werden müfste, so bleibt nichtsdestoweniger doch das Wesentliche des Verhältnisses dieser pelagischen hohen Inseln unangetastet. Sie sind isolirt aus dem Meeresgrunde hervorgestiegen, und wenn sie auch in der Art ihrer Vertheilung gröfseren Gesezzen, welche aus den allgemeinen Wirkungen der vulkanischen Kräfte hervorgehn, unterthan seyn mögen, mit einander nach gewissen Gruppirungen im Zusammenhange stehn, so ist doch jede für sich ein in sich vollendetes Ganzes, hervorgegangen aus dem in ihrem Innern befindlichen Mittelpunkte der Wirkung, ein in sich abgeschlossenes selbstständiges Individuum.

Wenden wir aber zunächst diese Thatsachen auf die grofse Inselmasse der Südsee an, so erscheint sie in mehrfachen Beziehungen von Bedeutung. Die meisten Schriftsteller nämlich sind gewohnt, in dieser zahllosen Menge von Hervorragungen über den Meeresspiegel die Reste eines vormals hier vorhandenen, später versunkenen Kontinents zu erblicken, eine Vorstellung, welche

sich noch bei Steffens findet *). Hier, wo die Lücke in der Kontinental-Halbkugel der Erde am gröfsesten ist, ahneten Viele eine untergegangene Atlantis. Ja diese Voraussetzung scheint noch durch ein merkwürdiges Verhältnifs bestätigt zu werden. Es sind nämlich diese sämmtlichen Inseln von Menschen eines und desselben Stammes Malaiischer Race bewohnt, von Völkern, welche dieselben Eigenthümlichkeiten der physischen Organisation haben, dieselbe Sprache reden und dabei doch der Schiffahrt so unkundig sind, dafs es unmöglich scheint, ihre Verbreitung durch Besetzung dieser zerstreut liegenden Inseln von fernher annehmen zu können. Man glaubte daher in ihnen die Reste der Bevölkerung jenes alten Kontinents zu finden, welche sich beim Untergange desselben auf die Bergspitzen retteten, und so von einander isolirt wurden. Diese Vorstellung aber läfst sich nicht mehr anwenden, wenn die Spuren aller Kontinental-Inseln hier mangeln, und nur pelagische, aus dem Meeresgrunde hervorgestiegene Inseln sich darbieten. In der vulkanischen Beschaffenheit dieser letztern aber scheint zugleich auch die Lösung des Räthsels zu liegen, warum sich im Becken des stillen Meeres kein Kontinent bildete. — Die Kontinente nämlich können wohl kaum anders als wie durch vulkanische Kräfte emporgetriebene Theile des vormaligen Meeresgrundes betrachtet werden, dafür spricht gleich sehr ihre geognostische Bildung als auch die bereits oben berührte Anomalie, welche im Erscheinen der Kontinente überhaupt liegt. Es ist aber alsdann sehr begreiflich, dafs sich da keine Kontinental-Massen erheben werden, wo die Erdkruste siebartig durchlöchert den elastischen Kräften (Dämpfen), welche das Emportreiben des Landes bewirken, an unzähligen Stellen den Ausgang gestattet, und so mufs es im Becken der Südsee wohl der Fall gewesen seyn, wo

*) Schriften I, S. 214.

viele hunderte von alten Ausführungsgängen die Substanzen, welche, wenn sie verschlossen geblieben, den Meeresgrund erhoben hätten, ausleerten und an die Oberfläche brachten, um eine Inselwelt, Polynesien, zu erzeugen.

Verlassen wir nun das Becken der Südsee mit den durch die Beschaffenheit seiner Inseln angeregten Betrachtungen, so scheint es nicht unwichtig, hier noch insbesondere daran zu erinnern, dafs auch alle andern in den übrigen Meeren gelegenen Inseln, welche die gröfseren Kontinental-Massen umgeben, so weit bis jetzt unsere Kenntnisse reichen, eine der eben erwähnten durchaus gleiche Beschaffenheit haben. Sie alle sind als selbstständige Bildungen um das Centrum einer vulkanischen Wirksamkeit über die Oberfläche des Meeres hervorgetreten. Sie alle haben in ihrem Innern eine mehr oder minder deutliche Caldera, jene haarscharf eingeschnittenen Baranco's, die nach allen Seiten regelmäfsig abfallenden Bänke vulkanischer Stoffe, wie wir sie eben geschildert haben.

So pafst denn nun namentlich auf dieses Bild äufserst ausgezeichnet die Beschaffenheit aller der Inseln, welche in mehr oder minder Entfernung Afrika umgeben; Isle de France und insbesondere Bourbon, sind *) vollkommen nach dem oben angedeuteten Muster gebildet; die vereinzelt im Meere liegende Insel Amsterdam hat eine, von Barrow und Mortimer beschriebene und abgebildete, sehr schöne Caldera; eben so wissen wir dasselbe von Tristan d'Acunha durch die deutlichen Beschreibungen des Kapitain Carmichael (*Transact. of the Linnean Soc. XII.* 483.). Ferner nach N. hin ist St. Helena der Rest einer Vulkan-Insel, deren Caldera, wie die bekannte Neigung ihrer Schichten andeutet, im Meere liegt, indem der gröfseste Theil ihrer Einfassung entweder zusammenstürzte, oder vielleicht

*) Nach Bory und Bailly, Leonh. 1825. I. 136.

nie bis zur Höhe des andern emporgetrieben wurde. Auch Ascension ist, wie wir genau wissen, ganz ausschliefslich vulkanischen Ursprunges, eben so sind es die Inseln des grünen Vorgebirges.

Bei den kanarischen Inseln ferner ist diefs so vollkommen der Fall, dafs gerade L. v. Buch's Darstellungen von der Beschaffenheit solcher Inseln überhaupt aus ihrer Betrachtung hergenommen wurden. Am vollkommensten unter ihnen entspricht jenem Bilde Palma mit einer fast ganz geschlossenen und auch in der Geschichte der Eroberung dieser Inseln wichtigen Caldera, deren kreisrunder Boden in 2000 Fufs Erhebung über d. M. liegt. Sie hat fast eine volle geograph. Meile im Durchmesser, und ist von steilen, furchtbar zerrissenen Wänden eingefafst, welche noch über ihr eine senkrechte Höhe von 4—5000 Fufs haben. Auf Teneriffa stellt dasselbe Verhältnifs sich durch einen halbkreisförmigen amphitheatralischen Circus dar, dessen Ränder sich auf 7—8000 Fufs erheben, und aus dessen mantelförmiger Umgebung der Kegelberg des Pic in seiner majestätischen Gröfse noch um 4—5000 Fufs ausragt. Auch Gran Canaria hat eine noch sehr kenntliche, grofse, doch kaum 1000 Fufs tiefe Caldera; auf Fortaventura liegt in einer sehr netten kleinen Caldera die Hauptstadt der Insel Santa Maria de Bethencouria. Lanzerote ist ferner, wie L. v. Buch's schöne Karte zeigt, nur ein Stück von der Einfassung, einer alten Caldera, deren Centrum im Meere liegt. Eben so hat auch weiter nördlich die Insel Madeira eine sehr schöne, von L. von Buch selbst gesehene, Caldera, in dem Thale genannt el Koral, welches von 4000 Fufs hohen Abstürzen des Pico Ruivo und Cima de Toringas umschlossen wird. Ganz von vulkanischer Entstehung sind endlich auch noch die azorischen Inseln, und von der gröfsesten derselben, St. Michael, ist es bekannt, dafs dieselbe von den aneinanderhängenden Einfassungen dreier grofsen

Calderen gebildet wird, welche in einer Richtung von SO. nach NW. hintereinander liegen, und in Gröfse des Umfanges und der Einfassungen den ansehnlichsten Erscheinungen dieser Art gleichkommen. Dort giebt es ebenfalls noch einen ausgezeichnet schönen solchen alten vulkanischen Kessel an der Küste in dem Porto d'Ilheo bei Villa franca, in dessen Innerem, welches von 400 Fufs hohen steilen Wänden eingefafst wird, sich der Meeresspiegel befindet, und durch dessen mit dem Innern kommunicirenden Haupt-Baranco die Schiffe aus- und einlaufen.

Eben so wie um Afrika zeigt sich dieselbe Erscheinung auch ringsum in verschiedenen Entfernungen um Amerika wieder. Dort beginnen die Vulkan-Inseln im N. mit dem, an vulkanischen Erscheinungen so überreichen Island und mit der nordöstlich davon gelegenen Insel Jan Mayen, deren vulkanischer Pic, der Bärenberg, in 71° Br. nach Scoresby die ansehnliche Höhe von 6448 paris. Fufs besitzt. Dasselbe Verhältnifs kehrt in den Antillen und den Bahama-Inseln wieder. Eben so sind von den neuerdings im Süden von Amerika entdeckten Inselländern, von Sandwichs Land, Neu-Südshetland u. s. w., bis jetzt nur vulkanische Gesteine gebracht worden, und von einigen derselben hat man sogar es wahrscheinlich zu machen gesucht, dafs sie vielleicht in sehr neuer Zeit erst an die Oberfläche mögen getreten seyn. Ganz dasselbe ist bekannt von den Gallopagos-Inseln an der Westseite von Amerika, von deren einer, Albemarle, Vancouver die Abbildung einer sehr schönen Caldera bekannt machte. Eben so sind auch die Revillagigedas-Inseln gegenüber dem Festlande von Mexico, nach Alex. von Humboldt's Zeugnifs vulkanische Inseln, und die Inselreihe, welche im N. der Westküste sich an die Halbinsel Alaschka anschliefst, und von dort nach Kamtschatka hinübersetzt.

An die Betrachtung dieser so grofsartig sich kombinirenden Thatsache schliefst sich endlich ein nicht minder merkwürdiges, und damit unmittelbar in Beziehung stehendes Verhältnifs an. So zahlreich nämlich auch die Menge der, in dem weiten Oceane zerstreut liegenden und auf die angedeutete Weise gebildeten Inseln auch seyn mag: so selten ist es doch im Ganzen in der That, auch unter denselben einen noch fortwährend thätigen Vulkan aufzufinden. Unter den vielleicht Tausenden solcher Inseln der Südsee sind wohl kaum mehr als zwei, welche hieher gerechnet zu werden verdienen, nämlich Tofoa; eine der Freundschafts-Inseln, und der Vulkan von Owaihy; auch von den eben erwähnten anderweitigen Meeres-Inseln tragen nur die wenigsten noch fortwährend thätige vulkanische Kegel.

Man möchte demgemäfs wohl zuvörderst zu glauben geneigt seyn, dafs die vulkanische Thätigkeit sich in früheren Perioden unserer Erdrinde viel energischer und in einem viel gröfseren Maafsstabe gezeigt habe, doch kommt hiebei unstreitig noch eine ganz andere Erscheinung in Betracht. — Sehn wir nämlich, wo die noch gegenwärtig thätigen Vulkane hauptsächlich sich einstellen, so finden wir dieselben zunächst insbesondere auf solchen Inseln, welche den langgestreckten oder dem Saume der Kontinente sehr nahe liegen, oder gar zwischen den Bergketten der Kontinental-Inseln ausgebrochen, oder endlich gar auf den äufsersten Rändern der Massen des Festlandes gegen das Meer selbst hervortreten. Keine Gegend der Erde kann von dieser sehr wichtigen Thatsache unstreitig wohl ein vollkommneres und grofsartigeres Beispiel geben, als die Ränder des grofsen Beckens der Südsee. Dort stellen sich die noch brennenden, und von vielen zuverlässigen Reisenden gesehenen Vulkane zunächst unmittelbar in der Nähe oder auf der von uns oben betrachteten, westaustralischen Kontinental-Inselreihe ein. Zuerst sind sie zweifelhaft auf Neu-Seeland,

ohngeachtet es dort ganz entschieden grofse erloschene Vulkane giebt; doch treten sie prächtig hervor mit der Insel Tanna an Neu-Caledoniens Ostküste, zunächst ferner in Gardners Island, in Ambrim, unter den Neuen Hebriden, in einem grofsen Vulkane nördlich von Santa Cruz, welchen Mendanna im Ausbruche sah, und in zahlreichen Vulkanen, welche an der Ost- und Nordküste von Neu-Britannien, Neu-Island und Neu-Guinea, Carteret, d'Entrecasteaux, Wilson, Dampier, La Billardière gesehen haben. Von Neu-Guinea aber setzt das Auftreten zahlreicher, thätiger Vulkane auf die Mollucken über, in welchen Kontinental- und vulkanische Inseln, erstere mit Urgebirge durcheinander gestreut vorkommen, und weiter direkt auf die Philippinen, wo wir hauptsächlich die ansehnlichsten Vulkane auf Mindanao und Luçon kennen (Sanguil, Taal etc.). In der Inselreihe von Japan beginnen die noch brennenden Vulkane wieder mit der Schwefelinsel im S. unter den Liu-Kiu-Inseln. Auf Japan selbst giebt es sehr grofse Vulkane, welche fortwährend auswerfen, und von denen einige, nach den Nachrichten von Kämpfer und Siebold reichlich die Höhe und Gröfse des Pic von Teneriffa haben mögen. Nördlich von Japan zeigt sich dasselbe von Jesso, und längs der linienförmig hintereinander liegenden Reihe der Kurilen kennt man gegenwärtig schon 12 brennende und zum Theil äufserst ansehnliche Vulkane. Auch in Kamtschatka sind längs der Ostküste zunächst auf dem Festlande von Asien die Vulkane ununterbrochen in einer Reihe hintereinander aufgestiegen und fortwährend thätig geblieben.

Bleiben wir einstweilen bei dieser merkwürdigen Reihefolge noch thätiger Vulkane stehen, um die Ursachen ihres Erscheinens zu betrachten, so liegt gewifs hier die Schlufsfolge sehr nahe. Wir haben oben bereits in der bis hieher verfolgten Reihefolge von Kontinental-

Inseln die Splitter eines vielleicht früher zusammenhängenden Randes der dahinter liegenden Massen von Festland erkannt; sind aber nun diese Massen von Festland durch Vulkankräfte an die Oberfläche getrieben, so mufs sich die vollkommenste Zerreifsung der festen Erdrinde des alten Meeresbodens zunächst längs den Küstenumrissen finden; hier also war die vollkommenste Gelegenheit zur Eröffnung einer für immer anhaltenden Communication zwischen dem Erdinnern und der Atmosphäre gegeben, und während man in den Inseln der Südsee das Produkt einer vorübergegangenen Anstrengung erblickt, finden hier dauernde Reactionen statt zwischen dem Innern unseres Planeten und seiner Oberfläche. Grofse Spalten müssen entschieden längs den Küstenrändern unserer Kontinental-Massen hinlaufen, und was wir oben längs den Küstenlinien von Neuholland und Ost-Asien gesehn haben, das zeigt sich daher auch fast eben so vollkommen längs der Westküste von Amerika wieder. Von Kamtschatka läuft gerade da, wo die Vulkane gegen N. längs der Ostküste aufhören, die mit noch brennenden Vulkan-Kegeln reichlich besetzte Spalte, auf welcher die Aleuten hervortreten, östl. nach Amerika hinüber, und erreicht dieses Festland mit der weit vorspringenden Halbinsel Alaschka, aber von Alaschka gegen S. beginnt sehr bald die durch die Länge von ganz Amerika streichende Kordillerenkette, welche stets nahe längs dem Westsaume scharf abgeschnitten fortläuft, und in welcher gegenwärtig, nach Alex. v. Humboldt's Ermittelungen, bereits wenigstens 54 noch brennender Vulkane bekannt sind. Wir dürfen daher es wohl aussprechen, dafs die Südsee längs ihren Küsteneinfassungen von einem Ringe von mehr als 100 noch brennenden Vulkanen umfafst werde *), einem Ringe, welcher in S., wo kein Festland mehr vorliegt, zerbrochen ist.

*) Steffens Schriften, Alt und Neu. 1821. Th. I. S. 193., u.

Uebrigens bestätigt sich dieses merkwürdige Verhältnifs auch noch durch ganz analoge Erscheinungen, welche nur in etwas minder grofsartigem Maafsstabe wiederholentlich in andern Theilen der Erdoberfläche hervortreten. Zunächst von den Molucken, wo wir die westaustralische Vulkanreihe verliefsen, setzt sich ein sehr mächtiger Zweig derselben fort, und umfafst nun den Südrand von Asien um Borneo, Celebes und die Halbinsel jenseits des Ganges, denn von zahlreichen Vulkanen durchbohrt erscheint nun die Inselreihe, welche wir schon früher als den zertrümmerten Isthmus auf der Verbindungslinie zwischen Asien und Neuholland betrachtet haben; Flores, Sandelbosch, Sumbava, Bali etc., sind reich an Vulkanen, aber auf Java zählt man der noch brennenden Vulkane bereits nicht weniger als 30, welche in Reihen von SO. nach NW. hintereinander liegen und zum Theil mehr als 10,000 Fufs hoch sind. Diese Reihe setzt ferner durch Sumatra (wo der über 12,000 Fufs hohe Berapi) fort, bis zu dem oben erwähnten Barren-Island *).

Wir können endlich auch nicht umhin, noch darauf aufmerksam zu machen, dafs sich fast überall da, wo wir unsere grofsen Kontinental-Massen von dazwischen tretenden Mittelmeeren unterbrochen sehn, ganz ähnlich und bedeutungsvoll vulkanische Inseln oder Küstenvulkane, längs dem Saume der Festländer einstellen. Aeufserst ausgezeichnet schon zeigt diefs der grofse Meerbusen von Mexico, denn ihn verschliefst an seinem Eingange fast eine Reihe von Vulkanen, sein Isthmus ist im Gebiete von Guatemala von zahlreichen noch brennenden Vulkanen durchbohrt, gleich wie Java und Sumatra, und

---

L. v. Buch über die Zusammensetzung der basaltischen Inseln und üb. Erhebungs-Kratere bei Leonh. 1821. 2te Abth. S. 393.

*) L. v. Buch's Karte zu d. Physic. Beschreib. der Canar. Inseln.

durch das schon breitere Kontinent von Mexico setzt endlich jene schon erwähnte Vulkanspalte in der Fortsetzung der verlängerten Richtung des Meerbusens, ja es läfst sich ferner auch noch durch den Zusammenhang von Eruptionen, Erdbeben u. s. w. beweisen, dafs die Länder in den Umgebungen des Meerbusens ringsum untereinander durch vulkanische Thätigkeit in eine enge Verbindung gesetzt werden müssen. Es erscheint also keinesweges zufällig, dafs hier, zwischen zwei Ländermassen, ein Theil der festen Erdrinde unter der Meeresfläche zurückblieb. Eben so wenig scheint diefs der Fall bei dem Mittelmeere zu seyn, welches die Kontinental-Massen von Europa und Afrika scheidet; denn verhältnifsmäfsig sehr grofs ist die Zahl der vulkanischen Inseln, welche in dem Becken desselben auftreten, ohngeachtet dieselben bisher nur sehr wenig betrachtet wurden. So gehören namentlich hieher äufserst ausgezeichnet, die von Smyth näher beschriebenen Columbretes, an der Küste von Valencia, die Insel Alboran, die Zaffarinen unweit dem Kap Melilla, nahe bei Afrika, Pantellaria, Linosa, die Liparen, die Inseln bei Neapel, die Ponza-Inseln und endlich die Vulkanreihe der Inseln im griechischen Archipelagus, Aegina, Poros, Milo, Antimilo, Cimolis, Polino, Policandro und Santorin, welche so auffallend den Küstenreihen der langgestreckten Inseln parallellaufen. Ja auch hier in dem Mittelmeere haben sich die noch thätigen Vulkane vorzugsweise an den Küstenrändern des Festlandes festgesetzt, wie der Vesuv, Epomeo, Etna, Vulcano, Stromboli, Santorin an einer Glimmerschiefer-Insel, wo sie die am weitesten gespaltenen Risse der festen Erdrinde antrafen.

Die niedern pelagischen Inseln, welche sowohl der Zahl als der Gröfse nach an Bedeutung den

hohen sehr nachstehen, sind nicht minder merkwürdig, wie durch ihre, vollkommen dem Meere untergeordnete Bildung; denn sie alle sind, so weit bekannt ist, ein Werk des Baues der Korallenthiere. In der Art, wie die Ausbildung derselben vorgeht, bemerkt man unerwartet nicht minder als bei den vorher beschriebenen Inseln einen merkwürdigen Zug der Gesetzmäfsigkeit, welcher zuerst insbesondere durch R. Forster hervorgehoben, und später durch die Darstellungen von Chamisso, Quoy und Gaimard, und neuerlichst durch die Untersuchungen von Kapt. Beechey*) vollkommen entwickelt worden ist.

Es zeigen nämlich die meisten der Korallenriffe, welche in den Tropengegenden der Südsee, im indischen Meere u. s. w. zerstreut liegen, eine ausgezeichnet ringförmige, nahe kreisrunde oder ovale Gestalt. Einen Damm von mehr oder minder, meist nur von sehr geringer Breite bildend, erheben sie sich durch allmäliges Wachsthum der Thiere bis an die Oberfläche der Wassermasse. Sobald die Korallenthiere nahe die Oberfläche erreicht haben, wenn sie bei tiefen Ebben bereits trocken gelegt zu werden anfangen, so hören sie weiter zu bauen auf. Dann brandet das Meer gegen den ihm entgegengestellten Damm, welcher sich nun nur nach der Breite zu vergröfsern trachtet, es nagt an der Zusammensetzung desselben, reist grofse Blöcke von dem aus den Polypengehäusen gebildeten Gestein los, und rollt sie auf der Oberfläche der Dämme zusammen. Mehr oder minder zerriebne Muschelschaalen, Fischknochen, Brocken von andern Seethiergehäusen, Wurmröhren, Echinusstacheln u. dgl., werden als Sand von den Wellen in die Zwischenräume dieser Blöcke geworfen, welche dadurch in ihrer aufgehäuften Lage befestigt werden. Das Ganze endlich verkittet sich, unter dem Einflusse

*) *Narrative of a Voyage I*, 157 *etc.*

der brennend heifsen Sonne, zu einer zusammenhängenden Masse, und so erheben sich denn an einzelnen Stellen über dem Riff niedrige feststehende Inselstücke, wie sie der Zufall zusammenführte. An die Küsten derselben wirft nun das Meer die in ihm umherschwimmenden Pflanzensaamen und Baumstämme, viele derselben, und unter ihnen ganz besonders die Cocospalmen, Pandanus, Brodfrucht, Pisang u. s. w., beginnen zu keimen, schlagen Wurzel und bekleiden die nackten, blendend weifsen Korallenfelsen mit ihrem wohlthätigen Grün. Mit ihnen kommen kleine Thiere, wie Eidechsen, Insekten u. s. w., hinübergeschwommen, die Seevögel nisten am Strande und auf einzeln hervorragende Felsspitzen verirrte Landvögel nehmen ihre Zuflucht zu den Gebüschen, und wie Chamisso sehr schön sagt: *)

„Und ganz spät, nachdem die Schöpfung längst geschehen, findet sich auch der Mensch ein: schlägt seine Hütte auf der fruchtbaren Erde auf, welche durch Verwesung der Baumblätter entstanden, und nennt sich Herr und Besitzer dieser Welt."

Diese merkwürdige Inselbildung geschieht auf der Oberfläche der Riffe begreiflich zuerst an den Seiten, welche der herrschenden Windrichtung entgegenstehn, und es ist daher eine allgemein beobachtete Thatsache, dafs in der Tropenzone des grofsen Oceans, welche unter dem Einflusse der Passatwinde liegt, die Ostseiten der Korallenriffe stets der Oberfläche am nächsten liegen, und so einen scheinbar nur halb vollendeten Ring bilden. Oft ist an dieser Seite schon eine Reihe bewohnter Inseln vollendet, und besonders pflegen die an der nordöstlichen und südöstlichen Ecke stehenden, welche den Einflüssen einer doppelten Brandung ausgesetzt sind, sich durch Höhe und Umfang auszuzeichnen **). — Das

*) Reisebemerk. S. 187.

**) Vgl. Kotzebue's Karte vom Romanzof-Archipel.

verbindende Riff zeigt sich zwischen ihnen zur Zeit der Ebbe mehr oder minder zusammenhängend, wie eine Kunststrafse aus dem Meere hervorragend. Auf der gegenüberliegenden Westseite aber bleibt in solchen Fällen oft noch der ganze Korallenbau unter Wasser, und zwischen einzelnen höher hervorragenden Stellen sind oft breite Lücken befindlich, welche 20—30 Fufs und mehr Tiefe zeigen. — Hat sich indefs einmal diefs Verhältnifs des Anbaues bis zu einem gewissen Grade gestaltet, so sondert der neu aufgebaute Korallenreif eine mehr oder minder vollkommene geschlossene Lagune von der Wassermasse des Oceans.

Diese Lagune nimmt an den Bewegungen des Meeres nicht Theil, sie ist still und spiegelglatt, während auswärts des Ringes die Brandung anschlägt, und sie ist es um so mehr, da sie windwärts durch die neu emporgestiegene Reihe mit Wald bedeckter Inseln geschützt wird. An dem nach hieher gekehrten Ufer ist es daher auch, an welchem sich vorzugsweise auf diesen niedern Inseln Menschen festsetzen, hieher wuchern auch besonders die zartern Korallenthiere, welchen der Andrang der Wogen sich nicht zu entwickeln gestattet. — Nach den Untersuchungen von Kotzebue und Beechey ist ferner auch die Meerestiefe im Innern dieser Lagunen selten bedeutend, oft sind sie durch zahlreiche, meist von Korallen gebaute Untiefen besetzt, doch die tiefsten Sondirungen betragen auch ohnedies selten mehr als 20—30 Faden, in einigen Fällen fand Beechey bis 38 Faden; in geringer Entfernung von dem äufsern Saume aber ist die Tiefe gewöhnlich aufserordentlich rasch zunehmend, und wird bald unergründlich. Alle diese Eigenschaften machen begreiflich auch das Innere der Lagunen sehr geeignet, den Schiffen als sichre Ankerplätze, als Schutzhäfen bei Stürmen zu dienen. Nur die Einfahrt zwischen die Lücken des Korallenriffes ist gefährlich, doch ist auch diese noch immer durch ihre Lage windabwärts

begünstigt, denn läge sie der herrschenden Windrichtung gegenüber, so würde ein einmal in solcher Lagune vor Anker gegangenes Schiff leicht Monate lang darin zubringen müssen, bevor es wieder heraus könnte. In dem Zustande ihrer vollkommensten Ausbildung indefs mufs den Korallen-Inseln auch diese ihnen so charakteristische Lagunen-Bildung abgehen. Das sturmgeschützte innere Becken mufs natürlich durch das geschäftige Fortbauen der Korallenthiere allmälig erfüllt werden, und so sehn wir denn zuletzt sich eine einzige Insel als eine niedrige ebne Fläche bilden, welche in ihrer Mitte eine schwache, meist mit zusammengeführtem Regenwasser erfüllte Senkung hat. Solche Beispiele sind im grofsen Oceane nicht selten; da indefs solche Inseln nach Beechey's Wahrnehmungen selten mehr als 2—3 Fufs über dem hohen Wasserstande des Meeres vorragen, so sind ihre Bewohner leicht grofser Gefahr ausgesetzt, wenn die Fluth ungewöhnlich hoch ansteigt; die Bevölkerung solcher Inseln ist daher auch gewöhnlich nur sehr unbedeutend, und minder fröhlich und kräftig als auf den hohen Inseln, wo die Bedingungen des Wohllebens zahlreicher und die Sicherheit eines ungestörten Ausbreitens gröfser ist.

So bietet der Ocean diese merkwürdigen Inselbildungen in allen Stufen ihrer Entwickelung dar, und gerade das Zusammenvorkommen ihrer verschiedenartigen Formen macht das Verfolgen ihrer Ausbildung deutlich. Denn alle zuverlässige Beobachter stimmen darin überein, dafs das Fortwachsen der Korallengehäuse mit einer gewöhnlich ganz ungeahneten Langsamkeit vorgeht. Historisch nämlich sind keine beglaubigten Wahrnehmungen von Veränderungen der Meerestiefen, Zuwachsen von Kanälen, Häfen u. s. w. durch das Fortschreiten der Korallenbildung bekannt, so viel uns auch darüber Angaben in den Journalen der Seefahrer nach unzuverlässigen Aussagen gemacht werden. Indefs darf uns diese That-

Thatsache nicht von den eben vorgetragenen Vorstellungen ableiten, denn wenn auch das Wachsthum eines Korallenriffes in einem Jahrhunderte z. B. nur 6 Zoll betrüge, so würde diefs doch in 3000 Jahren schon die Gröfse von 15 Fufs ausmachen, und was sind 3000 Jahre *) im Verhältnisse zu der Zeit, welche wir zur Ausbildung der Südsee-Inseln überhaupt, im Allgemeinen voraussetzen müssen, wenn wir annehmen, dafs 15000 Fufs hohe vulkanische Pics über die Meeresfläche emporgestiegen. Es ist also niemals unter unsern Augen eine Korallen-Insel aus einem Zustande der Ausbildung in den andern übergetreten, eben so wenig wie Korallenriffe in grofser Ausdehnung unter unsern Augen aufs Trockne gesetzt wurden; und doch sind die meisten hohen pelagischen Inseln ringsum von weit ausgedehnten Korallenflächen umgeben, welche mit denselben Arten, wie sie sich gegenwärtig im benachbarten Meere noch fortbilden, an der Basis der Vulkane oft bis zu bedeutender Höhe über den Meeresspiegel hinauf fortsetzen. Die Herren Quoy und Gaimard haben uns hievon eine Menge in die Augen fallender Beispiele gegeben, welche sie selbst mit Genauigkeit beobachteten.

Die hauptsächlichsten dieser Beispiele, welche für die Beurtheilung geognostischer Verhältnisse eine ganz besondere Wichtigkeit erlangen **), zeigen sich auf der Insel Timor, wo in den Umgebungen von Coupang fast nichts andres als Korallenfelsen vorkommen. Peron, welcher zuerst diese Erscheinung bemerkte, liefs sich dadurch verleiten, auch die hohen Kalkberge im Innern der Insel, ohne sie gesehn zu haben, für ein Werk der Korallen zu halten. Auf einer der Marianen-Inseln, Rota, fanden dieselben wohlerhaltne Korallen in wenig-

*) *Lyell Principles II.* 291 *sq.*

**) *Ann. de Sciences natur. VI. p.* 273—290. (1825) Beechey's a. a. O. I, 46.

stens 600 Fufs Meereshöhe. Auf Isle de France sieht man eine etwa 10 Fufs dicke Bank von Korallen-Kalkstein zwischen 2 Lavaströmen eingeschlossen; auf Wahou, einer der Sandwichs-Inseln, verbreitet sich der Korallen-Kalkstein auf einige hundert Toisen vom Meere landeinwärts. — Aehnliche Erscheinungen zeigen sich auch noch am rothen Meere in der Bay von Amphila *) u. s. w.

Geognostisch überaus merkwürdig ist es zugleich noch, dafs nach dem Zeugnisse der genannten Beobachter der von den Korallen gebildete Stein, wenn die Thiere in ihm abgestorben sind, ganz den Charakter des ältern Secundär-Kalksteins annimmt. Die hohlen Zellen, welche die abgestorbenen Thierchen zurücklassen, erfüllen sich allmälig mit zusammengesinterter fester Kalkmasse, und der ganze Stein wird gleichförmig fest, hart, und klingend unter dem Hammerschlag, besonders da wo ihn die Sonne gedörrt hat. Auch sind diese Steinmassen der Korallen-Bildungen nach allgemeiner Aussage wahrscheinlich alle geschichtet, wenn gleich sie freilich zum Theil in Bänke von sehr ansehnlicher Mächtigkeit getrennt erscheinen. Es entsteht diefs Verhältnifs der Schichtung durch gelegentliches Anschwemmen von Sand auf der Oberfläche der Riffe bei Stürmen, durch Absetzen von Thonschlamm, welcher aus zersetztem vulkanischen Gestein erzeugt wird, und der selbst mit dem Kalkstein sich zu einer Art Mergel vermengt. Auswürfe vulkanischer Asche, successives Sinken oder Erheben einzelner Korallen-Bildungen können zugleich hiezu beitragen.

Es bleibt nun noch übrig, die Ursachen der angeführten Regelmäfsigkeit in dem Bau der Korallen-Inseln

---

*) *Salt, Deuxième voyage en Abyssinie tom. I, p.* 216.

nachzuweisen, und hier finden sich denn sehr verschiedenartige Ansichten.

R. Forster zunächst, welcher noch glaubte, dafs die Korallenthierchen aus grofser Tiefe frei im Meere ihre Wohnungen aufbauen, und daher Klippen und Inseln an beliebigen Orten erscheinen lassen können, sah in der ihm so oft vorgekommenen regelmäfsigen Gestalt, mit welcher diese Bauwerke an die Oberfläche treten, den Ausdruck eines Naturtriebes, einer instinktartigen Neigung, durch welche in einem Meere, in welchem die Winde beständig aus einer Richtung wehen, die Korallenthierchen ihre Behausung vor den Wirkungen desselben zu sichern streben. Es liegt indefs gewifs etwas Unwahrscheinliches in dem Gedanken, Millionen von Thierchen, auf einer so niedern Stufe der Organisation stehend, nach einem gemeinsam tief eingreifenden Plane bauen zu sehn, um so mehr, da sich so zahlreiche Riffe von denselben Korallenarten in der Nähe der Küsten, parallel denselben, in Buchten u. s. w. gebildet haben, bei welchen dieser Grundsatz nicht befolgt ist.

Durch die von Chamisso in den Reisebemerkungen gegebene Vorstellung ist es zuerst hervorgehoben worden, dafs die Korallen-Inseln nicht überall ohne Unterschied, sondern nur an solchen Orten im Meere sich festsetzen, wo Untiefen oder Gipfel von unter dem Wasser befindlichen Bergen befindlich sind; dafür spricht sehr ihre Versammlung in Gruppen oder Vertheilung in Reihen, und ihr gänzliches Ausbleiben in andern Gegenden desselben Meeres. Chamisso denkt sich dann zunächst, dafs die Korallenmassen die Oberfläche dieser Untiefen gleichförmig mit einer dicken Kruste überziehn, welche auf ihr eine Art Kappe oder einen ringsum steil abgeschnittenen Tafelberg bildet. Wenn nun diese Kruste stets fortwachsend nach oben sich der bewegten Oberfläche des Meeres nähert, so, scheint es, suchen die grö-

fsern Korallenarten, welche Blöcke bilden, ganz besonders den äufsern Umfang der Platte, da sie die am Aufsenrande des Riffs stärkere Brandung zu lieben scheinen. Das Innere des Riffs wird überdiefs noch durch die vom Meere darauf geworfenen Muschelschaalen, Korallenbrocken, Sand u. s. w. im Wachsthume zurückgehalten, während die Brandung die Aufsenseite stets rein wäscht, und so kommt es, wie es scheint, dafs die Aufsenränder des Riffes zuerst sich der Oberfläche nähern, und das vormalige Plateau in ein Becken verwandeln.

Diese Ansicht, welche wohl mit der Natur der Verhältnisse in Uebereinstimmung zu stehen scheint, ist von spätern Beobachtern nicht wieder aufgenommen und weiter fortgeführt worden. Quoy und Gaimard vor Allem scheinen die ringförmigen Korallen-Inseln auf ihrer Reise nicht berührt, sondern das Vorkommen des Korallenkalks vorzugsweise an den Küsten gröfserer Inseln studirt zu haben. Sie haben indefs ganz besonders den Beweis geliefert, dafs die Korallenthiere, welche im Stande sind zusammenhängende Gesteinmassen zu erzeugen, keinesweges in so ansehnlicher Tiefe bauen, als man bisher wohl geglaubt hat. Es sind diefs ganz insbesondre die Asträen, die Caryophyllien und Mäandrinen, deren lebhaft gefärbte Thiere zur Erlangung ihrer Farben des Einflusses von Licht bedürfen, und welche Quoy u. Gaymard nie aus einer Tiefe von mehr als 25—30 Fufs hervorziehn sahen; die Annahme der Möglichkeit, dafs sie doppelt so tief vorkämen, würde mithin schon die äufserste Gränze des Wahrscheinlichen bezeichnen. Bis zu 600 Fufs Tiefe sahen sie ästige Madreporen, Reteporen u. dgl. hervorziehen, doch diese bilden keine zusammenhängenden Felsmassen, eben so wenig wie die edeln Korallen, die man aus gleicher Tiefe heraufholt.

Was nun aber die ringförmigen Korallen-Inseln betrifft, so haben diese Beobachter die Frage aufgeworfen, ob nicht möglicherweise diefs die Form von unter der Meeresfläche

verborgenen Krateren seyn könnte, auf deren Gipfelrändern die Korallenthiere gebaut hätten, und deren Inneres dann die vertiefte Lagune andeuten würde. — Dieser Gedanke, welchen aus rein theoretischem Gesichtspunkte viel früher bereits Steffens ausgesprochen hat, fand, wie sehr leicht begreiflich, bei den Naturforschern allgemein vielen Anklang, denn die Häufigkeit der Erscheinungen von erloschenen Vulkanen im Gebiete der Südsee, macht ihn gleich von vorne herein äufserst wahrscheinlich. Er ist indefs noch ganz insbesondre durch die fleifsigen Wahrnehmungen auf Kapt. Beechey's letzter Reise bestätigt worden, denn dieser ausgezeichnete Seefahrer hat durch Sondirungen nicht nur den Durchschnitt einer Korallen-Insel gegeben *), aus welchem sich in Verein mit den Tiefen-Verhältnissen ergiebt, dafs dieselbe auf dem Gipfel eines steil abfallenden Kegelberges ruht, der in der Mitte eine kraterförmige Vertiefung trägt, sondern wir verdanken ihm auch das Bild eines Archipelagus (Gambiers Group) **), bei welchem das Ganze durch einen Korallenring in weiter Entfernung umschlossen wird, aus dessen weiter Lagune sich einige hoch aufsteigende Lavafelsen erheben, ganz ähnlich wie sie bei der Kameni im Golf von Santorin liegen. C. Beechey selbst glaubt auf dieses Verhältnifs keine andre Erklärungsweise als die eben erwähnte anwendbar. Der Korallenring bezeichnet die Scheitelkante der grofsen Caldera.

Nicht selten ferner liegen die Korallenringe in gewissen auffallend scharf angedeuteten Linien hintereinander, ganz wie es die Reihen der, auf einer und derselben grofsen Hauptspalte stehenden Vulkaninseln zu thun pflegen, und zwar beziehen sich diese Linien entweder gra-

*) *Narrative I, p.* 188.

**) A. a. O. I, p. 133. I. p. 180 8vo. zw. 23—24° s. Br. u. 134° w. L. von Greenw.

dezu auf einen grofsen in der Nähe liegenden Vulkan, wie um Otaheite, Owhaihy und Terra del Spirito santo *), wo diese Ringe die kleineren Eruptionskegel an den Abhängen repräsentiren, oder sie stellen auch wohl eine Reihe selbstständiger gröfserer Vulkane dar. Dieses letztere Verhältnifs mag sich schwerlich irgend wo vollkommner ausgedrückt zeigen, als in der Insel-Gruppe der Malediven, über welche wir die schöne Aufnahme von Horsburgh besitzen **). Sie bilden eine nahe von N. nach S. gehende Kette, welche von nahe an 8° nördl. Br. bis 1° südl. Br. fortsetzt, und eine Längenausdehnung von etwa 180 geogr. Meilen besitzt. Diese ganze Kette aber besteht aus meist länglichen Korallen-Ringen, deren gröfseste den ungeheuren Durchmesser von 9—10 Meilen haben; die Lagunen in ihrem Innern sind in der Regel 15—20 Faden (90—120 Fufs) tief; in den Kanälen zwischen den Inseln aber nimmt die Tiefe gewöhnlich sehr rasch zu, und oft konnte man sehr bald schon mit 150 Faden Tiefe keinen Grund finden. Diese Inselreihe wird im Norden übrigens noch um etwa 4 Breitengrade durch die ganz ähnlich gebildete Kette der Lakediven fortgesetzt, und im Süden bis zu etwa 8° Br. durch die gleichfalls von Horsburgh beschriebenen Chagos-Inseln, welche sämmtlich von Hufeisenform, und der herrschenden Monsoons-Richtung wegen gegen Nordwest geöffnet, den Schiffen zum Theil ganz vorzügliche Schutzhäfen darbieten. — Lyell macht die sehr passende Bemerkung, dafs Inseln, wie Java und Sumatra, wenn sie unter das Meer eingetaucht werden könnten, und die Spitze ihrer Berge mit Korallen gekrönt wären, eine ganz ähnlich gestaltete Inselgruppe erzeugen würden, denn auch auf ihnen liegen die Vulkane in

*) *Lyell Principles II*, 299.

**) *Journal of the Royal geogr. Soc. Vol. II*, *pag.* 72—81 (*Horsburgh*) u. *pag.* 82—93 (*Owen*).

Linienzügen, zwischen welchen oft grofse Unterbrechungen vorkommen; aber freilich würden diese Bildungen gegen die ungeheure Gröfse der in den Malediven angedeuteten Kratere, als die Spuren vieler grofsen Erhebungs-Kratere ganz verschwinden.

B. Von der Oberflächen-Gestalt des festen Landes.

Die Oberfläche des Festlandes, in Bezug auf ihre Gestalt, ist eben so zahlreichen Abwechselungen oder scheinbaren Unregelmäfsigkeiten unterworfen, wie diefs mit den bisher betrachteten Umrissen desselben der Fall war. So wie dort sich in Beziehung auf die horizontalen Dimensionen eine unendliche Mannigfaltigkeit der Entwicklung zeigte, welche erst von einem ganz allgemeinen Standpunkte aus als unter einem gewissen allgemein gesetzlichen Bilde begriffen erkannt ward, so ist es auch hier wieder. Ein scheinbar regelloser und zahllos mannigfaltiger Wechsel von Erhebungen und Vertiefungen ist es, welcher zunächst sich beim Anblicke dieser Oberfläche uns darbietet, und so auch hier wieder einen überall stattfindenden Gegensatz in der Natur dieses Theiles an unsern Erdkörper im Verhältnifs zu den Erscheinungen der stets gleichförmigen Verflächung der grofsen Wassermasse bemerklich macht. — Die Oberfläche des Festlandes wird im Allgemeinen schon von ältern Schriftstellern mit der Oberfläche eines in seiner Aufregung erstarrten Meeres verglichen. Doch es wird nöthig seyn, jetzt in die Einzelnheiten dieses ganz allgemein aufgefafsten Bildes näher einzudringen, um die Harmonie in der scheinbaren Verwirrung zu suchen, welche der erste flüchtige Ueberblick uns darbietet.

Die Erhöhungen (erhöhten Theile) der Erdoberfläche werden im allgemeinsten Sinne des Wortes mit dem Namen der Berge, die Vertiefungen mit dem der Thä-

ler belegt. Berge und Thäler bilden demnach also den nächsten Gegenstand der folgenden Betrachtungen. So einfach indefs der mit denselben verbundene Begriff erscheint, so ist es doch nicht überflüssig, darauf aufmerksam zu machen, dafs derselbe durch den gewöhnlichen Gebrauch leicht einer Mifsdeutung unterworfen ist, welche einen grofsen Einflufs auf die Richtigkeit der Ansichten von der Gestaltung der Erdoberfläche auszuüben vermag.

Nach einem sehr üblichen Sprachgebrauche nämlich, welcher in der frühesten Beschränkung rein sinnlicher Anschauungen der Natur ihren Grund findet, sind wir gewohnt, unter dem Namen der Berge diejenigen Erhöhungen der Erdoberfläche zu verstehn, welche von einem tieferen Standpunkte aus wahrgenommen werden können, und Thäler nur die zwischen so definirten Bergen befindlichen Vertiefungen zu nennen. — Eben so wohl hört man aber auch Berge jede Hervorragung des Festlandes über die Horizontalfläche der Gewässer nennen, insofern eine einigermafsen ansehnliche Erhebung derselben stattfindet, ohne dafs dieselbe direkt von einem tiefern Standpunkte aus könnte gesehn werden. Man begreift also mit demselben Ausdrucke leicht verwirrend zwei völlig verschiedne Verhältnisse, einmal den Kontrast zwischen Höhe und Tiefe, welcher direkt in die Augen fällt, und demnächst auch die absolute Erhebung irgend eines Theiles der Erdoberfläche über ein bestimmtes Niveau. Gesetzt aber auch, dafs der Sprachgebrauch diese Vermischung der Begriffe nicht begünstigte, so wäre es doch nöthig, beim Eingange in diesen Gegenstand darauf aufmerksam zu machen, dafs, wenn hier von Erhebungen und Vertiefungen die Rede ist, stets sowohl das relative Verhältnifs derselben zu ihren Umgebungen, als auch das absolute in Vergleich zu einem allen gemeinsamen Niveau gleichzeitig ins Auge gefafst werden wird. Dieses gemeinsame Niveau bietet sehr zweck-

mäfsig die Oberfläche des sphäroidischen Meeresspiegels dar.

Es ist eine noch nicht ganz überwundne Einseitigkeit der bis in sehr neue Zeit befolgten geographischen Methode gewesen, dafs die beiden eben erwähnten Verhältnisse nicht stets gemeinsam behandelt und gleichzeitig berücksichtigt wurden, um ein Bild von der wahren Gestaltung der Festländer zu erzeugen. Bei Unterlassung dieser nothwendigen Rücksicht geschieht es sehr leicht, dafs wir z. B. eine Erhebung für sehr unbedeutend halten, welche doch durch ihre absolute Höhe einer ausgezeichneten Erwähnung würdig ist, und dafs uns ein und dieselben Berge bald riesengrofs, bald nur als unbedeutend erscheinen. Insbesondre ist hiedurch eine grofse Verwirrung in die Vorstellungen von Thälern und Flächen gebracht worden, welche man unter der gemeinsamen Bezeichnung des niedrigen Landes (Tieflandes) zusammenfafste, während viele derselben, von einem andern Standpunkte aus betrachtet, sich in ansehnlichen Erhebungen befinden, Hochthäler und Bergebenen bilden. Für die Charakteristik dieser letztern genügt es nicht, zu wissen, dafs sie sich in einer niedrigern Lage als ihre Umgebungen befinden, denn eine wesentliche Verschiedenheit ihrer physischen Beschaffenheit hängt davon ab, ob sie mehrere hundert oder tausend Fufs mehr oder weniger über dem Nullpunkt der allgemeinen Skale erhoben, in die Atmosphäre hineinragend sich befinden. Die Berücksichtigung beider Verhältnisse giebt uns erst ein vollkommnes Reliefbild des zu betrachtenden Landstriches, welches der Endzweck dieses mit Auffassung reiner Form-Verhältnisse beschäftigten Theiles der Erdkunde ist.

Die Ueberzeugung, dafs es bei Behandlung der Erdkunde nothwendig sey, zur Auffassung des Charakters der Oberflächengestalt solche Bilder zu entwerfen, ist einer der wesentlichsten Fortschritte, welchen die Wis-

senschaft in unsern Tagen gemacht hat, und welchen man zuerst recht bedeutungsvoll aus den Arbeiten Alex. v. Humboldt's hervorgehen sieht. Er ist es, welcher zuerst diese Bahn mit der unübertrefflichen Schilderung der Verhältnisse des Kontinents von Amerika, so weit eigne Natur-Anschauung reichte, betreten hat; und der grofse Gewinn, welcher dadurch der Erdkunde zu Theil ward, ist unstreitig wohl durch Niemand in höherem Maafse zum Gemeingut gemacht worden, als durch die, auf die ganze Erdoberfläche mit beispiellosem Aufwande von Fleifs und Mühe angewendeten geographischen Forschungen von C. Ritter. Wir sind durch ihn sicher geworden, dafs die mit so viel Glück und Erfolg betretene Bahn nun nicht wieder in Zukunft werde verlassen werden.

Unmittelbar an den Begriff der Berge und der Thäler im Allgemeinen, reiht sich die Vorstellung eines Gebirges. Gleichfalls nach dem gewöhnlichen Schulgebrauch ward dasselbe in allen frühern physikal. Erdbeschreib. definirt: als eine Ansammlung von Bergen ohne weitere Beschränkung. Hiebei indefs konnte man regellos sehr leicht durcheinanderwerfen und zusammenfassen, was die Natur nach gewissen durchgreifenden Grundsätzen getrennt hat. Alex. v. Humboldt zuerst und mit ihm Ritter, drückten es aus, dafs die einzelnen Theile (Berge) eines Gebirges, wenn es in Wahrheit eines genannt werden dürfte, sich zum Ganzen verhalten müsse, wie ein Glied zum gemeinsamen Stamme, und wir definiren daher mit Carl Ritter: Ein Gebirge ist eine gewisse Summe von Bergen, welche nach gewissen Gesetzen und in bestimmten Begränzungen mit einander verbunden sind.

Um indefs das Nothwendige dieser Begriffsbestimmung und die durch sie in diese Vorstellung eingeführte Verbesserung einzusehn, wird es nöthig seyn, erst tiefer

in eine Darstellung des physischen Charakters der Gebirge einzugehn.

Die Behandlung dieses Gegenstandes beginnt unstreitig am geeignetsten mit der Untersuchung über die allgemeine Vertheilung der Gebirge auf der Oberfläche des Festlandes, denn aus dieser wird zunächst die Gestaltung dieser Oberfläche mit Klarheit hervorgehen, und die zergliedernde Betrachtung einiger bedeutenderen Gebirgs-Verhältnisse wird mit gröfserem Interesse verfolgt werden können, wenn zuvor die allgemeine Anordnung derselben bekannt ist.

Gehen wir von den bisherigen Begriffen über die Vertheilung der Gebirge an der Erdoberfläche aus, so tritt zunächst eine allgemein durchgreifende Ansicht hervor, welche sich bei allen früheren geographischen Betrachtungen wiederfindet, und die namentlich in den Abbildern der Gestalt des Festlandes, in Landkarten fast immer wieder vorherrscht; es ist die Ansicht von dem allgemeinen Zusammenhange der Gebirge über die ganze Erdoberfläche.

Seit man anfing die Gestalten der Länder, welche so wesentlich von der Vertheilung der Gebirgszüge abhängen, nach wissenschaftlichen Grundsätzen aufzufassen, ist man fast stets von der Fundamental-Ansicht ausgegangen, dafs die erhabensten Punkte der Erdoberfläche mit einander in einer mehr oder minder auffallenden Verbindung stünden, und dafs ein Zusammenhang der Art, wo er nicht unmittelbar wahrnehmbar sey, durch spätere zerstörende Ereignisse nur sey unterbrochen worden, welche die ursprünglich gesetzmäfsige Beschaffenheit der Erdoberfläche verändert haben. Man ging hiebei unstreitig am frühesten von der irrigen Anwendung des, in ganz andrer Weise aufzufassenden Grundsatzes aus, dafs die Erde als ein organischer Körper, in ähnlichem Sinne wie die höher organisirten Individuen der

Thierwelt müsse betrachtet werden, und dabei schien es denn, als könnten, den Eingebungen einer unbestimmten Ahnung folgend, die Gebirge schicklich gleichsam als das Gerippe des grofsen Erd-Individuums betrachtet werden, auf welches gestützt erst die übrigen Theile des Erdkörpers ihre Ausbildung erlangt haben. Man liebte deshalb die Benennung Gezimmer der Erde (*Charpente du globe* bei Buache) oder Knochengerüste der Erde (*ossature du globe* bei Desmarest) in die Wissenschaft einzuführen, und es sind diefs im Wesentlichen zuerst die bereits von den Alten, namentlich von Plinius (*hist. nat. XXXVI.* 1.) ausgesprochenen Begriffe gewesen (vergl. noch Scheuchzer *Helvetiae historia naturalis I, p.* 116.).

Unter den geistvollsten Naturforschern der neueren Zeit, welche diese Ansicht in gröfserer Vollendung nach einem nachweisbar gesetzlichen Typus auszuführen suchten, um daraus gewisse allgemeine Gesetze für die Vertheilung der Unebenheiten an der Erdoberfläche abzuleiten, nennen wir hier ganz besonders Buache und Buffon. Die von ihnen entworfenen Ansichten und Vorstellungen sind im Wesentlichen die Grundzüge gewesen, welche die Behandlungsweise dieses Gegenstandes bei den spätern Geographen geleitet haben.

Buache, welcher sich vorzugsweise der Entwickelung dieser Verhältnisse widmete *), hat unstreitig der Vorstellung von dem allgemeinen Zusammenhange der Höhen wohl den gröfsten und darum auch naturwidrigsten Grad der Vollständigkeit gegeben. Seine Vergleichungen der damals vorhandenen Erfahrungen über diesen Gegenstand brachten ihn zu der Ansicht: dafs alle Gebirge des Festlandes von einigen Punkten der Erdoberfläche strahlenförmig auslaufen, und dafs die Strahlen eines jeden Haupt-Vereinigungspunktes an ihren En-

*) *Mém. de Paris* 1752. *Parallèle des fleuves* 1753.

den zusammentreffen. Diese Centra für die Vertheilung der Gebirge betrachtete er als die höchsten Punkte der Erdoberfläche, von welchen die Quellen der gröfsesten Flüsse herabfliefsen, aus einer Menge von innig verwachsenen Bergen gebildet, und er zuerst gab ihnen den Namen *plateau.*

Er nahm an, dafs im Innern aller grofsen Kontinente wenigstens eine solche Bergplatte gefunden werde, und die gröfseste setzte er in das Innre von Asien. Von dort liefs er dann einen Gebirgsstrahl nach Amerika ausgehn, einen andern nach Europa, und einige andre minder bedeutende nach China, nach Vorder- und Hinter-Indien und nach dem Kaukasus. Fast eben so ansehnlich erschien ihm der Gebirgsknoten von Afrika. Er sendete Zweige queer durch die Wüste Sahara, nach dem Atlas und der Meerenge von Gibraltar, einen anderen nach der Landenge von Suez, und andre nach der Küste von Guinea, so wie an's Kap der guten Hoffnung. — In Amerika nahm er zwei Haupt-Gebirgsknoten an, welche in der Mitte seiner südlichen und nördlichen Hälfte liegen, und deren äufserste Zweige sich in der Landenge von Panama treffen. Eben so glaubte er deren zwei in Europa annehmen zu müssen, den einen in der Schweiz, um den St. Gotthard, von wo her die Quellen von 4 bedeutenden Flüssen nach entgegengesetzten Weltgegenden abfliefsen, und den andern in der Ebene von Rufsland, an den Quellen des Don und der Wolga.

Allein nicht zufrieden, ein System für die Vertheilung der Gebirge auf dem Festlande entworfen zu haben, glaubte Buache auch noch weiter gehen zu müssen, indem er annahm, dafs die Gebirge der alten und neuen Welt queer durch die weiten Meere, welche sie trennen, mit einander in Verbindung ständen. Er benutzte dabei die Vertheilung der Inseln im offnen Weltmeere, und verband damit eine grofse Zahl von Angaben über die Untiefen, einzeln stehender Klippen und

Sandbänke, um daraus Linien von submarinen Gebirgsketten zu konstruiren, welche er als eine eigne Gattung von Gebirgen mit dem Namen *chaines des montagnes marines* (nach Carl Ritter Seegebirge) belegte. — Solche Ketten verbanden nach seiner Ansicht Südamerika (bei Kap St. Roque) mit der Küste von Guinea, Nordamerika mit der Kette des Atlas und mit der Küste von England (von New-Foundland ausgehend). Eben so verband er Californien mit den Philippinen-Inseln, und dadurch mit der Ostküste von Asien, die Küste von Chili ward mit der nordöstlichen Spitze Neuhollands, mit Neu-Guinea und der hinterostindischen Halbinsel verbunden, ja er versäumte nicht von den Südspitzen Afrika's und Amerika's dergleichen Bergketten südwärts nach den Küsten des unbekannten Südlandes überzuführen.

Das Weltmeer ward durch diese Seegebirgsketten in gewisse, wie es schien ganz natürliche, Becken abgetheilt, welche Buache durch besondre Benennungen auszeichnete, und die er dann wieder in mehrere untergeordnete Becken zerfallen liefs. Diese seine Vorstellungen wurden später von Otto in seiner „Naturgeschichte des Meeres" fast unverändert aufgenommen und auf's Neue noch im Jahre 1800 zum Grundsatze einer hydrographischen Eintheilung der Erdoberfläche erhoben, welcher mit einer sehr fleifsigen Zusammenstellung der vorhandenen Beobachtungen begleitet ward. Wir können indefs bereits aus den über die Inseln gegebenen Thatsachen schliefsen, dafs dieser Grundsatz in der Natur nicht begründet ist. Dafs sich ferner die Bestimmungen von Buache über die Vertheilung der Landgebirge nicht bestätigen, wird sich weiter unten zeigen.

Buffon ging bei seinen Betrachtungen über die Vertheilung der Gebirge auf der Erdoberfläche von sehr abweichenden Grundsätzen aus; er suchte in der Richtung derselben nämlich eine gewisse Beziehung zu den Meridianen und der Richtung der Parallelkreise, und

schien anzudeuten, dafs die Erdoberfläche von einer Art von regelmäfsigem Netz von Bergketten überstrickt sey, wie unsere geographischen Karten von Meridianen und Parallelkreisen. Anfangs hatte er die Ansicht, dafs in der alten Welt die Hauptgebirgszüge, von Osten nach Westen laufend, zwei grofse Parallelkreise bildeten. Den nördlichen derselben liefs er an der Westküste von Gallicien beginnen, und setzte ihn durch die Pyrenäen, die Alpen, den Kaukasus und durch das Innere von Asien bis an die Küste des chinesischen Meeres fort. Den südlichen begann er mit dem Atlas an der marockanischen Küste und liefs ihn von dort parallel der Nordküste von Afrika bis zur Landenge von Suez fortsetzen. Von beiden glaubte er mannigfaltige Gebirgs-Meridiane, welche den Charakter der Neben-Gebirge tragen, nach Norden und Süden auslaufend, und dabei hob er insbesondre den Grundsatz hervor, dafs die höchsten Gebirge sich mehr in der Nähe des Aequators befinden und von dort gegen die Pole hin regelmäfsig an Höhe abnehmen.

In Amerika glaubte Buffon dagegen in den Beziehungen der Gebirgs-Meridiane gegen die Parallelkreise ein entgegengesetztes Verhältnifs zu finden. Die Hauptgebirgskette der Cordilleren läuft hier in der Richtung der Meridiane, und die rechtwinklig von ihr auslaufenden Parallelen stehn in der Bedeutung der Nebenketten. Später änderte indefs Buffon seine Ansichten dahin, dafs er glaubte, es lasse sich in Europa dieselbe Vertheilung wie in Amerika nachweisen. Er liefs die Hauptkette des Atlas nun (wie Buache) queer durch die Sahara nach dem Mondgebirge fortsetzen, und betrachtete den Gebirgszug von dort nach der Landenge von Suez hinlaufend als einen Nebenzweig; eben so zerlegte er die Alpen in wenigstens zwei Hauptketten, welche von Süden nach Norden laufen, und verlängerte die eine derselben aus Ungarn queer durch die Ebene von Polen und Rufsland bis nach dem Ural. Auch Asien zerlegte

er in wenigstens drei Haupt-Gebirgsmeridiane, deren längsten er von der Südspitze Ostindiens, Kap Comorin, queer durch die Mongolei bis an die Nordküste Sibiriens westlich von der Mündung des Irtisch fortsetzen liefs. Er verband ferner alle diese Gebirgsmeridiane durch untergeordnete Parallelzweige.

Es ist gewifs nicht zu leugnen, dafs diese eben vorgetragenen Ansichten das Gepräge der Originalität und den Ausdruck eines phantasiereichen Geistes an sich tragen. Gewifs ist dadurch auch der Grund zur Erkenntnifs mancher Eigenthümlichkeit in der Gestaltung der Erdoberfläche gelegt worden, welche bis dahin unbeachtet geblieben war. Doch bedarf es gegenwärtig wohl kaum noch einer genaueren Beleuchtung dieser Vorstellungen, um zu zeigen, dafs sie mit den Resultaten der Erfahrung in keiner Weise übereinstimmen, sondern ein phantastisches Zerrbild an die Stelle einer naturgetreuen Darstellung setzen. Ritter nennt sie deshalb mit Recht in die Natur hineingezwängte, nicht aus ihr hervorgegangene Ansichten.

Unstreitig hat die Betrachtung von Buache insbesondre das wesentliche Verdienst, zuerst die Aufmerksamkeit auf das Auftreten der Hochländer *(plateaux)* in dem Innern der grofsen Kontinente hingelenkt zu haben, denn wir werden später noch sehn, wie klar und einfach sich das Bild der festen Erdoberfläche durch die Berücksichtigung dieser sehr wichtigen Länderform gestaltet, auf welche Ritter neuerdings ganz insbesondere hohes Gewicht gelegt hat. Die Art indefs, wie Buache diese seine Hochländer vertheilte, der Platz, welchen er ihnen anwies, zeigt sich, wie jetzt bekannt ist, besonders in Afrika und Amerika, und selbst in Europa völlig unrichtig. In Nordamerika versetzte er sein Hochland z. B. als das Centrum des Gebirgsknotens, originell genug, in die Gegend der grofsen Seebecken von Canada, während doch westlich derselben erst die Hochländer anfangen.

Die

Die von solchen Hochlanden auslaufenden Bergketten aber sind insbesondere ganz unrichtig, und wir können wohl aussprechen, dafs sich bei genauerer Betrachtung keine einzige so bestätigt, wie sie nach Buache's Voraussetzungen hätte liegen müssen.

So, um zunächst nur bei Europa zu verweilen, ist es ein völliger Irrthum, dafs ein Gebirgsknoten, oder überhaupt etwas nur einem Gebirge Vergleichbares um die Quellen des Don, der Wolga, des Niemen, der Düna und des Dnieper vorhanden sey. Man kennt dort nur höchst unbedeutende Hügel, welche meist aus lockerem aufgeschwemmten Lande bestehen (oder doch aus sehr neuen Gebirgsarten) und weit ausgedehnte oft selbst sumpfige Ebenen. Das ganze Innere des europäischen Rufsland besteht aus solchen Ebenen, und sie sind so gleichförmig, dafs die Verbindung eines Flusses mit dem andern durch in dem Sumpf gezogene Kanäle, oft selbst ohne vermittelnde Schleusen möglich ist. Das ganze Land hat nur gerade so viel Erhebung über das Meer als nöthig ist, damit die Flüsse, welche von dort nach entgegengesetzten Seiten zum Meere abfliefsen, ihren Weg dahin nehmen können. Nach einer Angabe von Alex. v. Humboldt ist die Fläche des Innern von Rufsland im Mittel etwa 850 — 870 Fufs über das Meer erhoben, und dies hat auch die Reise des Dr. Erman bestätigt. Die höchsten Erhabenheiten in dieser Ebene mögen kaum je 1200 Fufs erreichen; die Flächen der oberen Flufsthäler aber liegen im Mittel kaum mehr als 500 Fufs hoch.

Weit entfernt nun vollends, dafs aus dem Innern dieser Hochebenen Gebirgszüge radial auslaufend anfangen und fortstreichen sollten, erscheinen vielmehr diese erst völlig von einander getrennt isolirt stehend an den Rändern der Ebene, welche keinesweges zu ihnen hin etwa allmälig ansteigt. — So erhebt sich z. B. der Kaukasus als eine prallige steil aufsteigende Gebirgs-

kette in dem Isthmus zwischen dem kaspischen und dem schwarzen Meere, und ihm nordwärts findet sich nach den zuverlässigen Zeugnissen von Engelhardt und Parrot eine weit ausgedehnte Sandsteppe, welche zum grofsen Theile selbst tiefer liegt als der Spiegel des benachbarten Meeres. An eine Gebirgsketten-Verbindung von dort nach der Landenge von Suez ist gar nicht zu denken, indem die Formen des Hochlandes von Kleinasien und der syrischen Wüste die Annahme einer solchen Voraussetzung völlig unzulässig machen.

Eben so isolirt steht in Osten dieser Ebene der Gebirgszug des Ural, zwar nicht plötzlich sich erhebend wie der Kaukasus, doch allmälig stufenförmig aufsteigend und in Süden bereits lange vorher endigend, ehe er die Küsten des kaspischen Meeres erreicht hat, so dafs hier die Ebene Rufslands mit jener Sibiriens um die begrenzende Bergkette gleichförmig fortsetzend zusammenhängt.

Völlig getrennt steht ferner in ähnlicher Weise am nordwestlichen Rande dieser Fläche das scandinavische Urgebirge. Es verschwindet vollkommen in den Sümpfen von Finnland, an den Küsten des weifsen Meeres, des Onega- und Ladoga-See's.

Was es endlich mit einem Gebirgsrücken, welcher durch Polen und Norddeutschland nach den Alpen hin ziehn soll, für eine Bewandnifs habe, so wissen wir zu wohl, dafs eine solche Darstellung nur auf einer ganz unrichtigen Ansicht der Natur beruht, als dafs es nöthig wäre, sie noch specieller zu beleuchten.

Ganz ähnlich ferner fallen die Vergleichungen aus, zu welchen die Ansichten von Buache über die Verbreitung der südlichen Gebirge von Europa Veranlassung geben. Zunächst wird in denselben eine Verbindung der Alpen- und Pyrenäenkette durch einen ununterbrochenen Gebirgszug angenommen; allein ein solcher Zusammenhang bestätigt sich in der Natur nicht, und

es wird aus allen Verhältnissen wahrscheinlich, dafs er auch niemals statt gefunden habe. Die völlig isolirte, scharf abgeschnittene Stellung der Alpen wird von allen genaueren Beobachtern als erwiesen betrachtet, und namentlich schon aus der ersten geistvollen Auffassung dieses Verhältnisses von Ebel ergiebt sie sich mit Gewifsheit. Die grofse Masse der Alpen fällt (ganz allgemein betrachtet) quer gegen ihre Richtungslinie zwischen Genua und Marseille (bei Nizza) mit sehr steilen Abstürzen in's Mittelmeer ab, das hier eine Tiefe hat, welche der Steilheit der Küste zu entsprechen scheint; ihr gegen das südliche Frankreich gerichteter Rand erhebt sich genau eben so scharf aus dem Rhonethale, und im Westen dieses Thales erhebt sich aufs Neue der von Süden nach Norden streichende Bergrücken der Cevennen; dann aber erst senkt man sich gegen Süden und Südwesten wieder in eine weite und niedrige Ebene, aus welcher eben so steil und scharf, doch in ganz anderer Richtung, nun die Pyrenäenkette aufsteigt. Diese Ebene dehnt sich westwärts in die grofsen Heidflächen der Landes in einer beträchtlichen Breite vom Fufse der Gebirge bis an das Südufer der Garonne aus; sie verbindet das atlantische Meer mit dem mittelländischen, bekanntlich selbst durch eine schiffbare Wasserverbindung, und der höchste Punkt zwischen beiden Meeren erhebt sich kaum mehr als 500 Fufs (*Le Col de Naurouse* 189 Meter).

Eben so unbegründet, wenn gleich freilich etwas natürlicher, ist der supponirte Zusammenhang der Pyrenäen mit den Gebirgen von Asturien und Gallicien, welche Buffon zu einem Gebirgsparallel erhob; denn nach Charpentier's Schilderung enden die Pyrenäen schon in Westen sehr scharf, bevor sie die Küste des biscayischen Meerbusens berühren.

Es würde unstreitig zu weit führen, alle die ganz ähnlichen Unrichtigkeiten, welche die Ansichten der ge-

nannten Naturforscher in Beziehung auf die Verbreitung der Gebirge in den andern Erdtheilen mit sich bringen, hier nun noch besonders zu erwähnen; viele derselben werden sich aus den nachfolgenden Darstellungen von selbst ergeben, auch würden wir bei Betrachtung der bis her erwähnten Verhältnisse nicht so ausführlich gewesen seyn, wenn es nicht wichtig wäre, darauf aufmerksam zu machen, wie wenig die seit den Zeiten von Buache und Buffon gesammelten Erfahrungen über die wahre Gestalt und Verbreitung der Gebirge dazu beigetragen haben, die Ansichten späterer Geographen von den Irrthümern zu reinigen, welche sich seit jener Zeit in alle Darstellungen der Länder in Lehrbüchern und Karten eingeschlichen haben. Es giebt in der That wohl kaum noch ein ähnliches Beispiel in der Geschichte dieser Wissenschaften, wie sehr die unselige Sucht, die mannigfaltigen Bildungen der Natur in die Formen eines einseitigen unnatürlichen Systems einzuzwängen, und an die Stelle wirklicher Beobachtung die Gebilde einer irregeleiteten Einbildungskraft zu setzen, unsern Fortschritten in der Erkenntnifs der Naturgegenstände geschadet habe.

Fast alle Geographen der späteren Zeit richteten sich in ihren Vorstellungen alleinig und mehr als man glauben sollte, in Betreff der Gestalt der Erdoberfläche, wesentlich nach den Grundsätzen einer dieser beiden Systeme, und die Abänderungen, welche sie sich in ihren Darstellungen erlaubten, betrafen nur unwesentliche und beliebig schwankende Dispositionen in den Verzweigungen einzelner Bergketten, oder in der Lage der angenommenen Mittelpunkte. Selbst die ausgezeichnetesten unter ihnen, welche sich um andere Theile der Erdkunde rühmlich verdient machten, sind auf fast unbegreifliche Weise stets wieder in diesen Fehler verfallen.

Als den Einzigen, welcher sich von diesen Irrthü-

mern möglichst frei zu erhalten suchte, können wir Pallas nennen. Derselbe erklärte einen allgemeinen Zusammenhang der Gebirge auf der Erde für unzulässig, und machte zuerst auf das Unpassende des Vergleichs der Gebirge mit dem Gerippe eines thierischen Körpers aufmerksam *). Seine Darstellung der Gebirgsverhältnisse in Asien ist übrigens nichts desto weniger der von Buache höchst ähnlich, und nur in seiner Betrachtung der Oberflächengestalt des europäischen Rufsland gab er ein von Buache ganz abweichendes Bild, gegründet auf eine sehr vollkommne Natur-Anschauung.

Seine Ansichten wurden bald darauf in Frankreich **), mit sehr einsichtsvollen Bemerkungen begleitet, bekannt gemacht; doch ermangelte dieser Verfasser auch nicht, mit grofsem Aufwande von Scharfsinn ein System der Gebirgsvertheilung aufzustellen, in welchem die Vorstellung von Gebirgsparallelen und Meridianen, nur in den Einzelnheiten abweichend von der Ausführung Buffon's, eine Hauptrolle spielte.

So neigte man immer zur Beibehaltung der alten Ansichten, und diefs sprach sich unter andern wenige Jahre später sehr scharf noch in den Darstellungen von Gatterer aus, dessen geographische Arbeiten zu den bessern seiner Zeit gehören ***). Nach seinen Darstellungen nämlich zeigt sich die Oberfläche der Erdkugel so scharf und vollständig von Bergmeridianen und Parallelkreisen umstrickt, dafs sich nach seiner Aeufserung die Lagen einzelner Orte auf derselben eben so genau nach diesem natürlichen Netze würden eintragen lassen, wie es gegenwärtig nach den künstlichen Netzen auf unseren Landkarten der Fall ist. Ja der Verfasser erklärte sich für zuversichtlich überzeugt, dafs die Natur selbst diesen

*) *Observations sur la formation des montagnes.* 1777.

**) *Journ. de phys.* 1779. *I.* 329.

***) Abrifs der Geographie 1786. Kurzer Begriff d. Geogr. 1789.

Weg, um sich auf der Erdoberfläche orientiren zu können, aufs deutlichste vorgezeichnet habe. Fast möchte die Bestimmtheit und Vollständigkeit, mit welcher Gatterer diese Vorstellung durchzuführen versucht hat, an's Unglaubliche grenzend genannt werden, wenn man einigermafsen berücksichtigt, welch eine grofse Zahl von getreuen Beobachtungen über die Beschaffenheit gröfserer Ländermassen schon damals demselben zu Gebote standen. Uebrigens stimmten nach Gatterer die Gebirgsmeridiane und Parallelkreise mit den astronomischen Linien gleichen Namens nicht überein, sondern er liefs sie dieselben unter einem gewissen constanten Winkel schneiden, so dafs z. B. der Haupt-Gebirgsäquator der Anden in Südamerika unter 20° südl. Br. als quer durch Afrika und Asien bis zum Kap Tschutschkoi Nofs laufend, gedacht wurde. — Neben dieser Ansicht von den Landgebirgen trug Gatterer auch Buache's Vorstellung von den Seegebirgen vor, und theilte die Meere ganz nach jenen Grundsätzen ein.

Otto befolgte, wie wir schon erwähnt haben, dasselbe Verfahren, und da selbst auch der hochverdiente Zimmermann dieser irrigen Ansicht beistimmte, ja zu ihrer Ausbildung mit beitrug *), so ist wohl kein Wunder, dafs bis in die neueste Zeit in unsern gewöhnlichen geographischen Compendien und Landkarten die Kontinente mit Gebirgsketten und Höhenzügen überladen werden, welche nur in der Phantasie der Verfasser existiren. Noch bis in die letzten Jahre sind daher Karten, welche die Oberflächengestalt der Länder mit Treue und Wahrhaftigkeit darstellen, keinesweges allgemein verbreitet, ein Uebel, dessen schädlichen Einflüssen kräftigst entgegen zu arbeiten ist.

Wir haben schon oben darauf hingedeutet, dafs Alex. v. Humboldt vorzugsweise in der Begründung

*) In Malte-Brun's Abrifs, I. 313.

einer mehr naturgemäfsen Ansicht von der Oberflächengestalt der Kontinente vorangeschritten sey. Niemand vor ihm konnte auch eine so grofse Summe eigner Anschauung in der Natur zu einem gemeinsamen Bilde verarbeiten, und was wir in dieser Rücksicht seinen Bemühungen verdanken, gehört zu den bedeutendsten Resultaten seiner aufserordentlichen Unternehmungen für die Erweiterung naturwissenschaftlicher Kenntnisse. — Im Anfange seiner Reise nach Amerika schien auch Alex. v. Humboldt die Ansicht von dem Zusammenhange der Gebirge über die Meere zu theilen *). Es stand indefs seiner Anschauung ein Hülfsmittel zu Gebote, welches vor ihm bei den Vorstellungen über die Vertheilung und den Zusammenhang der Gebirge nicht war angewendet worden, — seine geognostischen Kenntnisse. Gebildet in der zu ihrer Zeit glänzendsten und die Wissenschaft neu gestaltenden geognostischen Schule Werner's, trug er mit ganz besonderm Interesse den geognostischen, vom innern Bau hergenommenen Begriff eines Gebirges auf den rein geographischen über, was natürlich der Wissenschaft nur zum Vortheil gereichen konnte. Denn leicht zu begreifen ist, dafs die eigenthümlichen Verhältnisse der Form und der Gliederung der Gebirgsmassen im Wesentlichen von der Zusammensetzung derselben, von der Beschaffenheit und der Anordnung ihrer Bestandtheile werden abhängig seyn müssen, und dafs man daher, von diesem Standpunkte ausgehend, nicht mehr, wie es bis dahin der Fall war, Gefahr laufen werde zu trennen, was in natürlichen Beziehungen zusammengehört, und zu verbinden, was getrennt werden mufs.

Carl Ritter drückt sich sehr treffend folgendermafsen über diesen Gegenstand aus: „Indefs leuchtet so viel auch hier schon ein, dafs es doch wohl sehr viel

*) *Journal de Phys. T. LIII. p.* 33. 1801.

auf den innern Bau der verschiedenen Glieder (eines Gebirges) ankomme, wenn man diese als zu einem Körper, wenn auch nur seinem Aeufserlichen nach, zu einem System gehörig betrachten will. Hievon aber ist bis jetzt in der geographischen (äufserlichen) Ansicht der Erdoberfläche noch nicht die Rede gewesen. Sie darf aber, wenn sie ein wissenschaftliches Streben hat, nicht das Aeufsere in Widerspruch mit dem Innern stellen." *)

So wie es also gewifs ist, dafs mit unsern Fortschritten in der Kenntnifs von der innern Bildung der Erdrinde auch unsere Ansichten von ihrer Oberflächengestalt regelmäfsig erweitert und vermehrt werden, so zeigt es sich nun ganz insbesondere in den Forschungen Alex. v. Humboldt's.

Anfänglich noch der Ansicht von dem Zusammenhange der Gebirge durch die Meeres-Becken geneigt, gelangte er auf seinen Reisen in die bedeutendsten Gebirge Europa's zu einer neuen Vorstellung über die Vertheilung der Gebirge, welche, wenn sie sich auch später nicht ganz bestätigt hat, dennoch der Schlüssel zu der neueren vollkommneren Betrachtung dieser Verhältnisse geworden ist. Wir wollen uns daher hier von der Entwicklung derselben leiten lassen.

Wohl in den Alpen war es, wo Alex. v. Humboldt zuerst darauf aufmerksam wurde, dafs in den Gebirgen ein merkwürdiges Vorwalten einer und derselben Längenrichtung herrsche, welche sowohl in dem Hauptrücken als auch in den unbedeutenderen, noch mit zu diesem System gehörigen Höhenzügen sich ausdrücke. Es war hier das Vorwalten einer Ausdehnung von Süd-Westen nach Nord-Osten, wie es schon Saussure in einem Theile derselben bemerkt hatte. Es mufste auffallen, dafs auch die von den Alpen getrennte Bergkette des Jura, trotz des weiten und tiefen dazwischen lie-

*) Erdkunde, allgem. Erläut. I. 71.

genden Längenthales dennoch von ferne, wie durch eine unsichtbare Kraft an die Alpen gefesselt, ihnen stets in nahe gleichbleibenden Abständen parallellaufend folgt. Schon eine ähnliche Richtung, ja die nämliche wohl, hatte derselbe Beobachter vorwaltend an allen Bergzügen des Erzgebirges, des Fichtelgebirges u. s. w. wahrgenommen; es war zugleich von ihm bemerkt worden, dafs dieses im äufsern Erscheinen schon auffallende Verhältnifs ein nothwendiges gesetzmäfsiges seyn müsse, da es durch den innern Lauf (die Richtung oder Streichungslinie) der diese Bergreihen zusammensetzenden Schichten erzeugt wird. Auch an einem andern Punkte von Deutschland, in dem Gebirge, welches der Rhein von Bingen bis Bonn durchschneidet, zeigte sich ihm ganz dasselbe Verhalten.

Es schien daher hierin der Ausdruck eines in den Gebirgen sich kundgebenden allgemeinen Grundgesetzes der Vertheilung zu liegen, und Alex. v. Humboldt zweifelte nicht mehr, dafs diese Ansicht die richtige sey, als er, in Süd-Amerika anlangend, zufällig zuerst seine Untersuchungen in der Gebirgskette von Venezuela anfing, und daselbst das erwähnte Gesetz der Richtung von Südwesten nach Nordosten auf eine höchst ausgezeichnete Weise deutlich ausgedrückt vorfand; ja er hielt sehr natürlich sogar diese Entdeckung für besonders merkwürdig, weil er nach den bisherigen Kenntnissen in Amerika gerade die Richtung von Norden nach Süden erwartet hatte.

Humboldt sprach daher in mehreren Abhandlungen *), während er seine Reise in Amerika fortsetzte, dies Gesetz so aus: Alle Gebirge der Erde sind in Parallelzügen vertheilt, welche in ihren Haupterstreckungen einen gewissen Winkel von 45 — 52 ° mit der

*) *Journ. de Phys. T.* 54. *p.* 46. Gilbert's Annal., Bd. VII. u. XVI.

Erdaxe machen; und er bemühte sich, die Ursachen dieser Erscheinung in der Anziehung der Materie und in dem Umschwunge der Erde bei ihrer Bildung aus einer weichen Masse zu suchen, wenn gleich diese Erklärung einige Dunkelheiten behielt.

Diese Ansicht ward in Europa mit sehr lebhaftem Enthusiasmus aufgenommen, und besonders war sie den Geognosten willkommen. Vor Allem schrieb Ebel, durch sie begeistert, sein bekanntes Werk über den Bau der Erde im Alpengebirge (Zürich 1808), in welchem auf diese Ansicht gegründete ganz neue Vorstellungen von der Bildung der Erde überhaupt vorgetragen wurden. Niemand hat dieselbe vollständiger angewendet.

Genauere Beobachtungen in den Gebirgen Europa's und selbst die weiteren Forschungen Alex. von Humboldt's in Amerika haben später gezeigt, dafs das so eben erwähnte, supponirte Gesetz nicht vollkommen richtig sey, oder vielmehr, dafs es sich nicht in seiner ganzen zuerst aufgestellten Allgemeinheit wirklich durchführen lasse.

Selbst die Alpen, in welchen diese Ansicht zuerst entstanden war, entsprechen, seit wir sie vollständiger kennen, diesem Gesetze nicht allgemein. Wenn gleich ihre Ketten durch die Schweiz und Tyrol diese Richtung verfolgen, so wenden sie sich doch an ihren beiden entgegengesetzten Enden so merklich davon ab, dafs wir diese Erscheinung wohl für mehr als eine örtliche Störung ansehn müssen. Zunächst am Südwest-Ende verwandelt sich die bisherige Richtung fast ganz nahe in die von Süden gegen Norden; denn es wendet sich der Mont-blanc mit den zu ihm gehörigen gigantischen Nachbarn schnell in diese Richtung, und dieselbe scheint von nun an durch alle Ketten, welche die sogenannten See-Alpen bilden, beharrlich fortzusetzen.

Eben so deutlich ferner ist das Aufhören der Südwest- und Nordost-Richtung in Osten; dort nämlich

geht die Hauptmasse des Gebirges schnell in eine Streichungslinie über, welche rechtwinklich auf der vorigen steht; sie wendet sich von Nordwesten nach Südosten, und geht ununterbrochen nach Krain und Croatien und in's nördliche Griechenland über, in welchem sie mit zahlreichen Parallelketten bis an die Küste des schwarzen Meeres fortsetzt, und unter andern die Richtung der Dalmatinischen Inseln bestimmt. Nur ein unbedeutender Zweig ist es, welcher in der alten Südwest-Nordost-Richtung bis zur Donau hin fortstreicht; er setzt südwärts Wien fortlaufend bei Prefsburg über den Flufs und schliefst sich dort den Karpathen an, wo sie Mähren von Ungarn trennen.

Der Punkt, wo die Zerspaltung der grofsen Alpen-Kette in beide Richtungen gegen die angrenzende Ebene zuerst offenkundig wird, ist geognostisch höchst wichtig; er liegt bei Obdach in Steyermark, westlich von Grätz, und wir verdanken den Bemühungen L. v. Buch's eine sehr anziehende Darstellung seiner Verhältnisse, wie überhaupt denn die Aufmerksamkeit zuerst durch ihn auf dieselben hingelenkt wurde.

Ungleich häufiger noch zeigen sich die Abweichungen von dem zuvor für allgemein gehaltenen Grundgesetze der Gebirgsrichtungen in den Gebirgen vieler andern Erdgegenden. Als äufserst auffallend erscheinen in dieser Beziehung die Pyrenäen, das nächst gröfseste Gebirge von Europa. In ihm zeigt sich ein ausgezeichneter Parallelismus aller von ihm abhängigen Glieder, der niedern Nebenketten mit der Haupt-Kette, wie derselbe bereits in den früheren Jahren als etwas sehr Merkwürdiges in den Alpen bemerkt worden ist. Diese Richtung ist indefs in sehr grofser Schärfe rechtwinklich gegen die Hauptrichtung der Alpen gestellt.

Ueberall sehn wir die Streichungslinie von Nordwesten nach Südosten, welche selbst schon auf mittelmäfsigen Karten hervortritt. Eine grofse Reihe der Hauptgebirge von

Deutschland befolgt bis in die kleinsten Verzweigungen diese Richtung. So das Riesengebirge in Schlesien und seine südöstlichen Fortsätze, die Sudeten und das Eulengebirge; der Harz mit seinen Umgebungen, und vor allem scharf die in Nordwesten des Harzes fortlaufenden Hügelreihen in den Bergen von Hannover und Westphalen, dem Teutoburger Walde und der Weserkette bis nahe an die Grenzen von Holland. Eben so noch der Thüringer Wald mit seinen Umgebungen, die hohe Rhön und alle zwischenliegende Höhenzüge.

In Europa gehören hieher ferner noch die Apenninen. Aufser Europa aber scheinen noch viele der ansehnlichsten Gebirgsketten diesem Gesetze zu folgen, und so namentlich in Asien wohl der Kaukasus, und vor allem das mächtigste aller Gebirge, der Himalaja im nördlichen Indostan.

Doch auch die dritte der Hauptrichtungen, welche wir bereits in den See-Alpen kennen gelernt haben, die Richtung mehr von Süden nach Norden, ist vielen der bedeutenderen Gebirgsmassen eigen. Das Gebirge von Scandinavien, der Gröfse nach das dritte von Europa, verfolgt beharrlich und nur mit wenigen Krümmungen dieselbe aus dem südlichen Norwegen und Schweden bis an die Spitze des Nord-Kap. — In Deutschland nehmen hauptsächlich der Schwarzwald und die gegenüberliegenden Vogesen diese Richtung, und sie wirkt in Norden von ihrer Hauptmasse in Deutschland noch weit durch, bis an die Ränder der norddeutschen Ebene. — In Frankreich befolgen dasselbe Gesetz die Cevennen, den See-Alpen gegenüber. — In Asien kennen wir namentlich diese Erscheinung sehr schön ausgeprägt in der Richtung des Ural, in welchem in der That alle kleinen Bergzüge dem breiten Hauptrücken mit allen ihren Gebirgsarten beharrlich von Süden nach Norden folgen. — In Amerika befolgen

dieses Gesetz vorzugsweise die Andes, wiewohl mit mancherlei minder bedeutenden Unterbrechungen von Kap Horn bis zum Elias-Berge (61° nördl. Br.) wie Alex. v. Humboldt später selbst anerkannt und sogar näher ausgeführt hat.

Es bedarf nun wohl kaum einer specielleren Ausführung dessen, was wir schon oben behaupteten, dafs, wenn auch Alex. v. Humboldt später selbst genöthigt war, seine ursprünglichen Ansichten von dem Parallellismus der Gebirge zurückzunehmen *), dennoch aus den Modificationen derselben, welche ihr die Ergebnisse vollständigerer Beobachtungen gaben, eine naturgemäfsere Betrachtung von der Vertheilung der Gebirge an der Erdoberfläche hervorgegangen ist.

Die Ansicht von einem allgemeinen Zusammenhange der Gebirge mufs zunächst unbedenklich ganz aufgegeben werden, denn die Beweise dagegen liegen grofsentheils in den vorher angeführten Beispielen. Von den meisten oder doch von sehr vielen Gebirgen läfst sich schon bei oberflächlicher, hinlänglich fortgeführter Anschauung eine sehr scharfe Umgrenzung nachweisen, an welcher keine Uebergänge zu benachbarten Gebirgssystemen statt finden.

Als ein Haupt-Beispiel einer so scharfen Umgrenzung können sehr wohl die von allen Seiten fast isolirt stehenden Alpen dienen. In Südwesten, vom Meere begrenzt, erheben sie sich in Norden aus der flachen Schweiz und der Ebene von Baiern, in Süden aus der wassergleichen Ebene der Lombardei so scharf und so schnell, dafs man fast auf den Schritt ihr Beginnen angeben kann. In Osten sinken sie, ihrer Hauptmasse nach, eben so auffallend scharf gegen die Ebene von Oestreich und Ober-Ungarn, und nur an den äufsersten Nordost- und Südost-Enden legen sich schwach erhoben die Ket-

*) S. *Essai géognostique p.* 56.

ten an, welche in die Karpathen und in den Hämus oder Balkan in Nord-Griechenland auslaufen.

Eben so isolirt stehen die Pyrenäen zwischen zwei Meeren, und in Norden durch eine weit ausgedehnte Ebne abgeschnitten von aller Verbindung mit den Gebirgen im südlichen Frankreich; so sahen wir bereits auch den Kaukasus und die Berge Scandinaviens.

Vor Allem aber erscheint jetzt wichtig, dafs im Falle einer ganz einfachen klaren Ausprägung des Grundgesetzes ein selbstständiges Gebirge auch stets sich durch eine übereinstimmende Richtung seiner Hauptmasse, so wie der davon abhängigen einzelnen Glieder unterscheide. Zwar finden, wie wir gesehn haben, von dieser Regel, besonders in gröfseren Gebirgen wie z. B. in den Alpen, zuweilen deutliche Ausnahmen statt, indem sich in verschiednen Theilen ihrer Verbreitung mehrere Richtungen vereinigen; dann aber ist der natürliche Zusammenhang der einzelnen Abtheilungen solcher Gebirge sehr klar, theils durch die unmittelbare Verbindung und Uebergänge ihrer Theile in einander, theils durch die Fortdauer desselben Charakters in Höhe, Zusammensetzung, Form und Gruppirung der Glieder, welcher der unbefangenen Natur-Anschauung niemals entgehn kann.

Diese Betrachtung wird uns immer mit Sicherheit leiten, selbst auch im Falle, dafs sich die Glieder verschiedener Gebirgsganzen mit ihren abweichenden Richtungen so nahe treten, dafs eine oberflächliche Betrachtung sie ohne Weiteres mit einander verbinden könnte, ein Fall, welcher z. B. mit dem Jura, den Vogesen und dem Schwarzwalde, ferner mit dem Böhmerwalde und den Alpen in Oesterreich statt findet. Dann aber entscheidet sehr bald nicht allein die verschiedene Abhängigkeit der Bergketten von verschiedenen Ausgangspunkten, sondern auch der oft sehr abweichende geognostische Charakter, welcher eine ganz ver-

schiedene Gestalt, Höhe und Vertheilung der Gebirgsglieder mit sich bringt.

So ist es gegenwärtig allgemein bekannt, dafs der Jura gegen Frankreich steil abfallend im höchsten Grade in Form und Richtung seiner Bergketten, so wie in der geognostischen Beschaffenheit derselben, von den Vogesen abweicht. Von dem Rheine bei Schaffhausen unterbrochen, steht er in Deutschland eingetreten selbstständig neben dem Schwarzwalde und bildet ein ganz von ihm abweichendes Gebirge, welches in Schwaben die rauhe Alb genannt wird. Er setzt mit stets gleichbleibendem Charakter nach Franken hinein, und endigt dann scharf zwischen dem Thüringer Walde und dem Fichtelgebirge, mit welchen beiden er nichts gemein hat, am Main, in der Nähe von Coburg.

Dafs endlich der Böhmer Wald und die Berge, welche an der Südgrenze von Böhmen und in Ober-Oesterreich längs der Nordseite der Donau fortlaufen, nicht zu den Alpen gehören, ohnerachtet sie nur durch das Thal der Donau von denselben geschieden werden, darüber hat ein einziger Anblick ihrer ganz abweichenden Form, Richtung, Zusammensetzung und Erhebung längst entschieden.

Auf der andern Seite dagegen sehn wir Gebirgsmassen mit Recht als eng zusammengehörig betrachtet, welche eben so vollständig durch grofse Flufsthäler getrennt werden; so die Berge auf beiden Ufern des Rheines an seinem Durchbruche von Bingen bis Bonn, welche sich aufs Auffallendste durch gleiche Form, Richtung, Höhe und Zusammensetzung auszeichnen.

In Fällen ferner, wo eine und dieselbe Richtung aller Bergreihen für grofse Ausdehnungen statt findet, erheben sich einzelne Gruppen derselben mit eigenthümlichen Bergformen, in mehr oder minder scharfer Umgrenzung über die andern, und bilden dann für sich stehende

untergeordnete Gebirge. Dieser Fall findet z. B. mit dem Harze und dem Thüringer Walde statt. Dergleichen Gruppen sind dann mehr oder minder scharf abgeschnitten von ihren Umgebungen, und es fällt diefs gewöhnlich schon bei oberflächlicher Anschauung in die Augen; allein schärfer noch fassen wir sie auf, wenn wir berücksichtigen, dafs die Form und Erhebung dieser Gebirgsglieder wesentlich von der verschiedenen Beschaffenheit ihrer Zusammensetzung abhängig ist, und wenn man diese zu Rathe zieht, wird man nicht wohl irren können.

So giebt uns denn also der geognostische Begriff eines Gebirges in den meisten Fällen das vollkommenste Mittel an die Hand, über die Ausdehnung, die Vertheilung und den Zusammenhang der Gebirge auf der Erdoberfläche zu entscheiden. Was dem Beobachter wegen Grofsartigkeit der Verhältnisse an Ort und Stelle nicht sogleich zu entscheiden möglich ist, das giebt ihm später nach sorgsamer Zusammenstellung auf guten Karten das Resultat der Verfolgung von den Grenzlinien der Gebirgsarten, denn es ist wohl sehr natürlich, dafs die Verschiedenheiten in der Form und Erhebung, welche eine Gebirgsgruppe auszeichnet, ihren sehr wesentlichen Grund habe in der Beschaffenheit des Materials, welches sie bildet, und in der Stellung und in dem Gefüge der Schichten desselben.

Dafs auch die übereinstimmende Richtung vieler Bergketten und ihrer untergeordneten Glieder ihren Grund in den Verhältnissen des innern Baues unserer Erdrinde habe, sie also nicht nur eine äufsere, sondern auch eine innere sey, ist oben schon berührt worden. Die tiefer liegende Ursache dieses Parallelismus im Gefüge der Schichten, dieser merkwürdigen Thatsache erklären zu wollen, ist streng genommen ein Gegenstand geognostischer Forschung. Indefs kann doch hier nicht unerwähnt bleiben, dafs diese Erscheinung eine grofse Analogie in dem von uns mehrfach bemerkten linearen, rei-

reihenförmigen Auftreten der Vulkane und der mit ihnen zusammenhängenden Korallen-Inseln hat. Jenes Auftreten aber ist aus sehr zu vertheidigenden Gründen dem Umstande zuzuschreiben, dafs die Vulkane sich auf gewissen linear aufgerissenen Spalten der Erdkruste gebildet haben. Nun sieht man aber in den Gebirgen mit Parallel-Ketten gewöhnlich in der Hauptaxe derselben, nach der Haupt-Längenrichtung, welche sie auszeichnet, Bergketten von solchen Gesteinarten auftreten, welche entschieden oft noch in feurig-flüssigem Zustande aus dem Innern der Erde hervorgebrochen sind. Kein Wunder daher, dafs wir glauben werden, auch sie haben sich aus Spalten erhoben, und darin also sey die Ursache der vorwaltenden Richtung zu suchen. Alle übrigen Glieder eines solchen Gebirges aber, welche der Hauptkette parallel gehn, werden theils als die mehr oder minder gehobenen Ränder derselben, oder als die beim Aufklaffen der Spalte zur Seite geschobenen Theile der vormaligen Oberfläche erscheinen, und dieſs erklärt sich auch noch häufig durch die Stellung der sie zusammensetzenden Schichtenmassen. Diese schon in ältern Zeiten theilweise vorgetragene Ansicht von der Entstehung der Gebirge hat in ihrer gegenwärtigen Vollendung und Anwendbarkeit auf die Natur L. v. Buch gegeben, und bekanntlich hat man in den letzten Zeiten, fufsend auf diese Ansicht, sogar versucht, aus der Richtung der Gebirgsketten auf das relative Alter des Aufreifens der Spalten zu schliefsen, aus welchen sie sich erhoben haben, ein Versuch, welcher bis jetzt noch nicht als genügend ausgefallen betrachtet werden kann *). Jedenfalls geht aus den vorliegenden Betrachtungen hervor, von wie grofser Bedeutung die Erforschung der innern Zusammensetzung der Erdrinde zur richtigen Beurtheilung ihrer Oberflächen-Verhältnisse sey, und

*) *E. de Beaumont, Ann. des sc. nat.* 18. *p.* 5; *p.* 284; 19. *p.* 5; *p.* 177.

welchen ansehnlichen Gewinn die geographische Forschung aus einer Berücksichtigung der Geognosie ziehen kann.

Indem wir nun von der allgemeinen Betrachtung der Vertheilung und des Zusammenhanges der Gebirge zu einer speciellen Charakteristik derselben übergehn, beginnen wir diese Darstellung am passendsten mit der Betrachtung der Eigenthümlichkeiten, welche allen gemein sind, um dann später uns zu den Haupt-Abtheilungen der Gebirge überhaupt zu wenden, in so fern sie einen besondern Charakter, wie z. B. den der Alpengebirge, der Mittelgebirge oder des Hügellandes, tragen.

Schon vermöge der Existenz der Erhebungen über das Meeres-Niveau unterscheiden wir unter den allen Gebirgen zukommenden Eigenthümlichkeiten den Kamm, die Abhänge, den Gipfel und zuletzt noch die besonders in Beziehung auf Hochgebirge merkwürdigen Pässe. Wir wollen dieselben nach einander genauer kennen lernen.

Jedes gröfsere Gebirgsganze, es bestehe nun entweder aus einer Gruppe von Bergen, welche in Massen zusammengewachsen eine Hochfläche bilden, oder aus Ketten, welche neben einander herziehen, zeigt stets in seinem Innern nothwendig eine Linie, in deren Verlauf seine Erhebung am bedeutendsten ist, und diese ist es, welche wir den Kamm desselben nennen.

Der Kamm eines Gebirges wird wesentlich auf der Oberfläche dadurch bezeichnet, dafs von ihm die höchsten Quellen der Gewässer nach entgegengesetzten Richtungen ablaufen, dafs er eine Wasserscheide bildet; wir werden indefs später noch sehen, welchen Werth die Wasserscheidung durch Gebirgskämme für die Verbreitung und die Trennung der grofsen Quellen-Bezirke fliefsender Gewässer überhaupt hat. — Die Vertheilung und Gestalt dieser Kämme ist in verschiedenen Gebirgen oft sehr abweichend, zunächst giebt es unter denselben solche, welche einen Hauptkamm haben, der sich

vor den andern an Höhe und Ausdauer auffallend auszeichnet, und diefs ist unstreitig die regelmäfsigste Bildung, wenn gleich keinesweges die häufigste.

Unter den europäischen Gebirgen findet man diese Form vorzugsweise sehr scharf ausgesprochen in den Pyrenäen, und dort ist diefs Verhältnifs so auffallend, dafs man die Grenze zwischen Frankreich und Spanien nach dem Tractat von 1660 *) genau durch den Lauf der Wasserscheide bestimmt hat. Unter den norddeutschen Gebirgen zeigt dasselbe Verhältnifs besonders schön der Thüringer Wald, denn derselbe ist in dem nordwestlichen Theile seiner Erstreckung nichts Anderes, als ein langer schmaler Rücken, welcher Thüringen von Franken scheidet, und dabei an Erhebung allen seinen Umgebungen weit überlegen ist. Seine Scheitellinie ist durchaus ununterbrochen, und wird in der Länge von etwa 10 Meilen durch einen Weg bezeichnet, welcher unter dem Namen des Rennstieges bekannt ist. Das Riesengebirge ferner zeigt eine ganz ähnliche Erscheinung, da sein langer schmaler Kamm der Hauptkette, welche alle andere überragt, Böhmen von Schlesien scheidet. Sehr deutlich endlich wiederholt sich dasselbe in dem nordischen Alpengebirge, welches aus der Gegend vom Fämund-See (unter etwa 63° Br.) bis an das Nord-Kap, in einer Länge von reichlich 150 Meilen, die Scheide zwischen den Flufsgebieten der Ost- und Nordsee, zwischen Schweden und Norwegen bildet.

Wenn sich im zweiten Falle in Gebirgen kein Hauptkamm hervorhebt, so sind dieselben gewöhnlich aus mehreren nebeneinander her laufenden, mehr oder minder verbundenen Ketten gebildet, deren Kämme an Höhe mit einander abwechseln oder von denen sich mehrere nebeneinander wohl auch in gleicher Höhe und Bedeutung erhalten. Diefs ist mit allen Modificationen der Fall

*) S. Ritter Erdk. 2te Ausg. I, 70.

im Gebilde des Alpengebirges, und dort hat Ebel versucht den Hauptkamm dadurch zu bezeichnen, dafs er die höchsten Punkte der verschiedenen Rücken, den Wasserscheiden folgend, möglichst vollkommen durch eine Linie verband, diese Linie aber erhielt einen von der Hauptrichtung des Gebirges ganz abweichenden Verlauf, und krümmt sich zackig auf eine wunderbare Weise. Ein sehr auffallendes Beispiel zweier in gleicher Höhe der Kämme nebeneinander her laufender Parallelketten giebt Wallis zu beiden Seiten des Rhonethales; ihm in N. erstreckt sich die Kette des Berner Oberlandes, mit den ansehnlichsten Gipfeln durch einen hohen Rükken verbunden (Furka, Schreckhorn, Finster Aarhorn, Jungfrau, Tschingelhorn, Gemmi, Oldenhorn), in S. die Kette der sogenannten Walliser Alpen (Gries, Simplon, Monte Rosa, Cervin bis St. Bernhard). Eine sehr ähnliche Erscheinung zeigt sich ferner im Ober-Innthale, auf der Nordseite die hohe Kette des Septimer, Julier, Albula, Scaletta, auf der Südseite der Bernina und dessen Verbindungen mit den Tyroler Fernern.

Sehr eigenthümlich ist in Beziehung auf das Verhältnifs der Höhe und der Vertheilung ihrer Kämme die Jura-Kette gestaltet, während sie durch die Schweiz zieht; wie diefs aus einer trefflichen Abhandlung von Escher von der Linth *) bekannt ist. Es zeigt sich dort die merkwürdige Eigenthümlichkeit, dafs die Richtung der einzelnen Ketten mit der Hauptrichtung des Gebirges nicht ganz übereinstimmt, sie ist mehr WSW — ONO als die Jura-Kette im Ganzen. Es geht daraus hervor, dafs eine Kette nach der andern, sobald sie an den Rand des Gebirges getreten ist, schnell abbricht und verloren geht. Escher hat vom Saleve, bei Genf, bis zu den Jura-Bergen, im Kanton Schaffhausen, we-

*) Leonh. Taschenb. XVI, 1822.

nigstens fünf solcher nebeneinander fortlaufenden Ketten nachgewiesen, welche jede für sich stehend, sobald die ihr gegen die Alpen vorliegende verschwunden ist, eine Zeit lang gegen dieselben den vordern Rand bildet, und dann zugleich immer den Hauptkamm des Gebirges, welcher hier stets auf der den Alpen zugekehrten Seite liegt, während ihr Kamm vorher minder bedeutend war und später sich schnell wieder zu dem von unbedeutenden Vorhügeln erniedrigt.

Es kann nicht ausbleiben, dafs bei länger fortgesetzter Aufmerksamkeit auf die Gestalt der Gebirge, besonders wenn man sie mit ihrer innern Zusammensetzung vergleicht, ähnliche Verhältnisse sich noch mehrfältig wiederholt zeigen werden. So hat denn auch z. B. Alex. v. Humboldt an den Kordilleren in Chili bemerkt, dafs, wenn sie wie dort (in 14° südl. Br.) gewöhnlich in mehreren Ketten nebeneinander her laufen, ein förmliches Alterniren derselben in der Höhe stattfindet, so dafs, wenn eine sich erniedrigt, das höhere Aufsteigen sogleich auf der daneben fortlaufenden beginnt *).

Als ein merkwürdiges Beispiel von eigenthümlichem Verlauf und Zusammenhange des Hauptkammes an einem Gebirge kann noch die Darstellung von der Zusammensetzung des Kammes im skandinavischen Gebirge dienen, wie wir sie nach den Beobachtungen Hisingers in seiner Mineralgeographie von Schweden (übers. von Wöhler 1825) erhalten haben.

Wie schon früher erwähnt, geht die Hauptrichtung des nordischen Alpengebirges im Allgemeinen sehr nahe von S. nach N. oder von SSW. n. NNO.; die Vertheilung des Hauptkammes aber ist mehrfach davon abweichend, da er aus den Enden sich unter einander begegnender Ketten gebildet wird, deren Hisinger im Grofsen we-

*) *Relat. hist.* X. 48.

nigstens vier nachgewiesen hat, welche folgende Vertheilung haben.

Der südlichste Theil des Hauptrückens steigt in Norwegen bei Kap Lindesnaes (58° Br.) auf, und die Richtung seines Hauptkammes erhält sich von S. nach N. unter den wechselnden Namen Hardanger, Sogne und Lang Field bis zu 62° Br. Dort begegnet ihm, plötzlich abschneidend, der Hauptkamm des zweiten Rükkens, welcher mehr von WSW. nach ONO. streicht, an der Meeresküste unter dem Namen Snee Braen (Justedal's und Haukedal's Gletscher am Nordrande von Sogne Fiord) aufsteigt, und als Dovre Field bis zu 63° n. Br. den Hauptkamm des Gebirges bildet. Dort bei Oeresunds-Söe, an den Grenzen von Herjedalen und Jemtland mit Norwegen, endet diese Kette eben so schnell wieder an dem schwedischen Alpenkamme, welcher von S. aus der Gegend von Transtrand aufgestiegen, am östl. Rande des Fämund-Sees vorüberstreichend, von hier ab bis zu 69° n. Br. ununterbrochen gegen NNO. fortlaufend, den Hauptkamm bildet. Dieser endet aufs Neue mit dem Anstofse, wo die mächtige Kette von Loffud, welche südwestlich mit den äufsersten norwegischen Felsen-Inseln des Loffodden-Archipelagus beginnt, und mehr gegen NO. fortstreichend ferner den Hauptkamm bildet, bis er sich in der Nordspitze Europa's, Nordkyn, unter 71° nördl. Br. verliert.

Es würde leicht seyn, noch ähnliche Beispiele von dem Wechsel der Kämme eines Gebirges durch das gegenseitige Alterniren in der Höhe verschiedenartig zusammengefügter Ketten nachzuweisen, u. u. a. bietet deren ein sehr schönes der Teutoburger Wald dar; doch würde eine solche Darstellung zu sehr in's Detail führen; es mag genügen, bei dieser Gelegenheit darauf hingedeutet zu haben, wie zusammengesetzt aus heterogenen Elementen bei genauerer Beobachtung der Ver-

lauf eines Gebirges erscheint, das sonst wohl gewöhnlich als ein einfacher ununterbrochener schmaler Rücken betrachtet wird.

Was die Gestalt der Gebirgskämme betrifft, so zeigen sie gleichfalls einige Verschiedenheiten. Sie sind oft schmal und scharf bezeichnet, wie schon die Benennung Kamm es zu erfordern scheint, so dafs man, an einer Seite eines Gebirges in die Höhe gestiegen, sogleich an der andern sichtbar herabschreiten kann, wie diefs so häufig in den Alpen, Pyrenäen, dem Jura- und Thüringer Walde der Fall ist; die Benennungen des Kammes wechseln dann, je nachdem diese Form schärfer oder weniger scharf ausgeprägt auftritt. Schmale, zackig zerrissene Felsenkämme werden Grathe oder Gräthe genannt, und sie erhalten sich gewöhnlich in ansehnlicher Höhe. Ist der Kamm dagegen zwar schmal, aber doch mehr verrundet, so bezeichnet man ihn oft mit dem Namen der Egge. Ist er schon breiter und flach verrundet, so nennt man ihn gewöhnlich den Rücken des Gebirges. Sehr häufig dehnen sich Gebirge in ihrer Höhe, statt einen schmalen scharfen Kamm zu bilden, in weit verbreitete Flächen aus, in welchen sich nur schwer, erst bei genauer Vergleichung die Erstreckung des höchsten Striches oder des Wassertheiles herausfinden läfst. Dann hat der Kamm alle Bedeutung verloren, in einem solchen Falle nennt ihn D'Aubuisson *faite géométrique* *), und das Gebirge geht in die Form eines Hochlandes über, welches die Erscheinungen des Tieflandes in sich wiederholt und nur durch das relative Niveau von ihm abweicht. So glaubt man z. B. an dem Harze in ansehnlicher Erstreckung wieder im flachen Lande zu seyn, wenn man die Höhe des Gebirges erstiegen hat, und nun den Kamm erreicht zu haben wähnen möchte. Ganz ähnlich ist es auf Dovre Field

*) *Traité*, I, 72.

in Norwegen, dessen Hauptrücken nach L. v. Buch's Schilderung in etwa 4000 F. Meereshöhe eine fast ebene Fläche von 8—10 Meilen Breite bildet. Es ist begreiflich, wie sehr verschiedenartig sich durch dieses Verhältnifs der Charakter der Gebirge gestalten müsse, und wie daher die Betrachtung der verschiedenen Gestalt der Kämme zu der Beurtheilung der Oberflächen-Gestalt eines Landes und der darauf gegründeten Bedingungen menschlicher Kultur und organischer Lebensthätigkeit wesentlich mit beiträgt.

Nächst den Kämmen der Berge betrachten wir die Beschaffenheit ihrer Abhänge; Abhänge sind die Flächen, welche von den Kämmen der Gebirge bis an den Fufs derselben fortsetzen, und ihr Einflufs auf die Gestalt eines Gebirges beschränkt sich insbesondere auf die Verschiedenheit ihrer Neigungswinkel gegen den Horizont. Im Falle des vollkommnen Gleichgewichtes müfste in dieser Beziehung eine Bergkette ein regelmäfsig dreiseitiges Prisma darstellen, dessen eine Kante der deutlich ausgeprägte Kamm, dessen Flächen aber die nach beiden Seiten gleich stark gesenkten Abhänge bilden. Diefs würde die einfachste Gestalt aller Berge seyn, welche sich in Ketten zu Gebirgen verbinden, und nicht wie die Vulkane vereinzelt in mehr oder minder vollkommner Kegelgestalt auftreten.

Doch diese völlig symmetrische Form wird in der Natur nur höchst selten und niemals in bedeutender Ausdehnung gefunden. Herrschender zeigt sich sowohl bei ganzen Gebirgen, als bei einzelnen Ketten die Neigung der Abhänge an den entgegengesetzten Seiten verschieden, und die Allgemeinheit dieses Verhältnisses führte bald auf den Gedanken, dafs in dieser Beziehung eine gewisse Gesetzmäfsigkeit stattfinde. Torbern Bergmann war es vorzüglich, welcher sich nach Zusammenstellung aller ihm bekannten Thatsachen zu dem Schlusse berechtigt glaubte, dafs alle die Bergketten, welche von

N. nach S. streichen, ihren steilen Abhang gegen Westen kehren, alle diejenigen dagegen, welche sich von O. nach W. ausdehnen, ihren steilsten Abhang an der Südseite besitzen.

Bei einer Vergleichung mit der Natur ist es nun auch nicht zu leugnen, dafs dieses Gesetz sich bei vielen der gröfseren Gebirge der Erde im Allgemeinen wohl bestätigt findet.

So ist die Andes-Kette in Amerika gegen den Rand des grofsen Oceans viel steiler als ostwärts gegen das Innere des Landes, und nach den übersichtlichen Darstellungen Alex. von Humboldt's giebt diefs der Oberflächengestalt von Südamerika einen sehr eigenthümlichen Charakter. Denn es erhebt sich das Land von Osten her sehr sanft, in seinem breitesten Theile gegen 450 Meilen lang, bis zu höchstens 1100 Fufs über das Meer. Dann steigt der Kamm der Anden bis zu einer Höhe von 11,000 Fufs und mehr auf, und nach einer Breite von etwa 15 Meilen stürzt das Gebirge nun fast unmittelbar in das Meer ab. Daher kommt es denn auch, dafs die gröfsesten Ströme des Landes in das östliche (atlantische) Meer münden, während sie, wie namentlich der Amazonenstrom, etwa in 20—30 Meilen Entfernung vom grofsen Oceane entspringen, und bis zu ihrer Mündung dennoch etwa 400 Meilen zurückzulegen haben. Denkt man sich das Meer nur wenig mehr als 1000 Fufs über seinen gegenwärtigen Stand erhoben, so würde vom ganzen Lande Südamerika's wohl kaum etwas mehr als die Kette der Andes nebst einigen Berggruppen in Osten übrig bleiben, und die Wellen würden sich auch an der Ostseite der Basis der Anden brechen (*Relat. hist. X.*).

Ein ganz ähnliches, eben so auffallendes Verhältnifs der Abhänge hat das skandinavische Alpengebirge; es ist in W. an der Küste von Norwegen ungleich steiler als gegen die schwedische Seite, und die

vom Meere tief ins Land eindringenden Spaltenthäler, sogenannten Fjorde, erhalten dadurch ihren so bekannten grofsartigen Charakter, dafs sie oft bis zum Meeresspiegel einschneidend, bis zu dem Hauptkörper der Gebirgskette vordringen, und dadurch den Anblick eines aufserordentlichen Kontrastes gewähren. Gegen die schwedische Seite dagegen sind es langgedehnte, sanft geneigte Thäler, in eine nur wenig erhobene Küste auslaufend, welche den Ost-Abhang des Gebirges bezeichnen.

Unter den Gebirgen, deren Haupterstreckung sich der Richtung von O. nach W. nähert, nennen wir zunächst die Pyrenäen, welche nach Ramond's und Charpentier's Zeugnifs auf der Südseite ungleich steiler als auf der entgegengesetzten abfallen.

Ganz dasselbe zeigt sich sehr ausgezeichnet in den Alpen, denn wenn gleich dieselben in N. immer sehr scharf bezeichnet aufsteigen, so steigen sie doch hier schon aus einer 12—1500 Fufs über das Meer erhobenen Ebene empor, und zugleich sind die vordersten Ketten des Gebirges viel niedriger als die dahinter aufsteigenden. Gegen S. aber aus der sehr niedrigen Ebene der Lombardei und mehr noch aus der von Piemont, steigt das Gebirge, einer Mauer vergleichbar, in dem bogenförmigen Walle, welcher vom Lago maggiore bis zum Mont Cenis und Monte Viso fortsetzt, unmittelbar bis zum Kamm der Hauptkette, bis zur Höhe des Monte Rosa von 14,200 Fufs auf.

Unter unsern niedern norddeutschen Gebirgen zeigt sich diefs Verhältnifs des steilen Abfallens in S. ganz besonders ausgezeichnet am Erzgebirge, und noch unzweifelhaft, wenn gleich nicht so auffallend, am Riesengebirge. Beide dehnen sich ausnehmend flach gegen N. sanft in die Ebene von Sachsen, der Lausitz und Niederschlesien aus; südwärts dagegen fallen sie steil in das ringförmige böhmische Becken ab, dessen zusammenhängenden nördlichen Rand sie bilden, welcher nur vom

Elbthale durchbrochen wird. Aehnlich ist es mit dem niederrheinischen Schiefergebirge, den Karpathen u. s. w.

Auch mit der Kette des Himalaya tritt entschieden derselbe Fall ein, da sie sich nordwärts in den Körper des mittelasiatischen Hochlandes verliert, südwärts dagegen schnell in die weite tiefe Ebene des Ganges-Thales abstürzt.

Die Zahl dieser Beispiele von den gröfsern Gebirgen liefse sich leicht sehr vermehren, und wenn gleich die Theorie noch bis jetzt keine Gründe zur Erklärung dieser Thatsache gegeben hat, so bestätigt sie sich doch sehr vollkommen in der Erfahrung. Nichtsdestoweniger giebt es auch einzelne Ausnahmen von dieser für allgemein gehaltenen Regel.

So bietet z. B. der Harz ein ausgezeichnetes Beispiel einer nahe westöstlich gerichteten Bergkette dar, welche gegen N. wenigstens doppelt so steil abfällt als gegen S. Seine Hochfläche neigt sehr sanft gegen S., die höchsten Gipfel desselben aber sind ganz nahe an den äufsersten Nordrand gerückt, und von ihnen aus grenzt der Nordabhang fast unmittelbar an die äufsersten Vorhügel der norddeutschen Ebene. Minder auffallend, doch noch merklich wahrnehmbar, zeigt sich dasselbe Verhalten am Thüringer Walde, dessen Beginnen man auf der Nordseite fast auf wenige Schritte angeben kann, während er südwärts mit sanftem Ansteigen bis ins Werrathal ausläuft.

Ein grofsartigeres Beispiel solcher Ausnahme ferner bietet der Kaukasus; ansehnlicher aber noch, nach den Schilderungen Alex. v. Humboldt's ist das der Küstenkette von Venezuela. Diese ansehnliche Gebirgskette ist ein Ausläufer der Anden, welcher dieselben an den Quellen des Magdalenstromes etwa verläfst, und von dort bis zur Punta di Paria (oder bis Trinidad) fortsetzt. Sie erreicht in der sogenannten

Silla de Caracas die Höhe von 1316 Toisen oder 7896 Fufs, und ihr Abhang ist dort gegen N. nach Alex. v. Humboldt's Schilderung so steil, dafs man kaum einen fürchterlicheren Absturz sehen kann, als die fast 1300 Toisen senkrecht sich erhebende Mauer über Caravalledo. Humboldt vergleicht dieselbe mit dem Absturz des Montblanc über Courmayeur. Gegen S. zu dem Llano di Calabozo ist der Abfall dagegen sehr sanft.

Von nordsüdlich fortlaufenden Bergketten, welche ausnahmsweise gegen O. steiler abfallen, können wir in Europa vorzugsweise die Vogesen und die Cevennen nennen. Sie richten ihren steilen Abfall gegen das Rhein- und das Rhone-Thal, und besonders verflachen die erstern sich sanft gegen die Ebene von Lothringen. Eine hier vielleicht gleichfalls mit Recht noch zu nennende Bergkette wäre der Ural.

Wenn nun also in Beziehung auf die Gebirgszüge im Ganzen doch keine gewisse Regel für die Richtung der steilern Abhänge sich angeben läfst, so zeigt sich dagegen ein bestimmtes Gesetz in Beziehung auf die Lage der steilern Abhänge in den einzelnen Ketten, welche einen Gebirgszug zusammensetzen.

Schon Saussure *) bemerkte bei der Betrachtung der Alpen, dafs die einzelnen Ketten derselben, welche zu beiden Seiten einer Centralkette liegen, stets ihren steilen Abhang nach innen, der Centralkette entgegengekehrt, haben, und dagegen nach aufsen auffallend sanfter fallen. Er sah diese Erscheinung als durchaus allgemein an, und es würde in Beziehung auf die Alpen sehr leicht noch der südliche steile Abfall des Jura aus demselben Gesichtspunkte betrachtet werden können.

Auch in allen andern Gebirgen Europa's findet sich diese Ansicht bestätigt, und wir können selbst auffallende

*) *Voyages* §. 282.

Beispiele davon in den kleinen Gebirgen Nord-Deutschlands angeben. Es stimmen damit alle späteren Forschungen genauer Beobachter, namentlich die Bemerkungen von Andreossy über die sogenannte Contrepente, und ausführlichere Erläuterungen dazu verdanken wir den Herren Brisson und Dupuys Thorcy *), welche den allgemein gültigen Satz aussprechen, dafs, wenn eine Bergkette sich auf einer geneigten Ebene erhebt, ihr steiler Abhang allemal sich auf der dem Falle der Ebene entgegengesetzten Seite befindet.

Es ist diese Regel deshalb noch zugleich von einem erhöhten allgemeinen Interesse, weil die Steile der Abhänge, wie zuerst Saussure gezeigt hat, mit der Richtung des Schichtenfalles in ihrem Innern in genauer Verbindung steht. — Ueberall ist der sanfte Abhang nämlich dahin gekehrt, wohin das allgemeine Fallen der Schichten sich richtet, und bei sehr steilem Schichtenfalle ist auch der Abhang beider Seiten gleichförmig steil. Es ist einleuchtend, dafs die Allgemeinheit dieser Thatsache, welche gegenwärtig von allen Geologen anerkannt wird, und neuerlich vorzüglich von d'Aubuisson bestätigt worden ist, ganz besonders für die Ansicht spricht, dafs die Entstehung der Gebirge ein Werk der Erhebung aus Spalten sey. Denn wenn Gebirgsmassen auf diese Weise an die Oberfläche hervortraten, so mufsten die abgebrochenen Ränder der Decke sich mit steilem Fallen von allen Seiten um den Kern des Gebirges legen, und nach aufsen sanftere Neigung behalten, wo sie noch mit den in ursprünglicher Lage befindlichen Theilen der Oberfläche zusammenhängen.

Die Gipfel der Gebirge sind nächst dem Kamm und den Abhängen der dritte, allen gemeinsame Theil derselben; es sind die isolirten Erhebungen einzelner

*) *Journal de l'école polytechnique VII.* 266.

Theile über die allgemeine Masse der Gebirgskette, und ihre Form und Vertheilung ist es, welche zur Erzeugung eines bestimmten Charakters, einer gewissen Physiognomie der Gebirge in der Anschauung wesentlich beiträgt.

Die Gestalt dieser Gipfel insbesondre ist wesentlich abhängig von der Gebirgsart, aus welcher sie gebildet werden, und ferner von der Höhe, zu welcher sie damit emporsteigen. Leicht verwitterbare Gebirgsarten, wie Thonschiefer, Sandstein, Glimmerschiefer u. s. w., geben daher den Gipfeln im Allgemeinen eine verrundete Form, mit sanft ansteigenden Abhängen, während dagegen härtere Gesteine, als zuweilen Granit, nächstdem aber Gneis, Porphyr, Grünsteine und Kalkstein, welche den Elementen kräftigeren Widerstand leisten, mehr schroffe, zackige Gipfelformen und scharf bestimmte, schnell und kühn vorspringende Umrisse zeigen. So kann nun der, wer mit der Natur der Gebirgsarten vertraut ist, oft schon aus einer Fernsicht der Gebirge auf ihre innere Zusammensetzung schliefsen. Am Harze z. B. bestehn die schärfer vortretenden Gipfel und Kanten der Umrisse aus den granitischen Gesteinen, Porphyr u. s. w., während der Thonschiefer dagegen sich sanft verflächt und nur kugelsegmentartige Formen bildet. Doch ist übrigens das Moment der Höhe bei solchen Betrachtungen stets einer ganz besondern Berücksichtigung werth; denn eine und dieselbe Gebirgsart kann in verschiedener Erhebung ein ganz verschiedenartiges Ansehn gewinnen; je höher sie aufsteigt, desto gröfser wird die Zerrissenheit ihrer Formen, desto schroffer und spitziger werden ihre Gipfel erscheinen. — Augenscheinlich wird dieses Verhalten theils durch schneller fortschreitende Zerstörung bei grofser Erhebung, theils durch die Stellung der Schichten bewirkt, welche in höheren Gebirgen vorherrschend senkrecht oder doch sehr steil ist, und daher die Köpfe der Schichten zur äufsersten Kante der Ketten

und Gipfel macht. Die Zerstörung kann einerseits diese aufgerichteten Lagen gewaltiger angreifen, während die Produkte derselben an den steilen Gehängen herabfallen, und die nackten zerstückelten Felsmassen in freier Entblösung in beträchtlicher Höhe hervorragend stehn lassen. Dagegen werden die Oberflächen niedriger Berge von den Produkten ihrer eignen Zerstörung bedeckt, so dafs ihre Umrisse sich abrunden, bis eine gleichförmige Böschung entsteht, die sich mit Vegetation bedeckt, wodurch fernern zerstörenden Angriffen ein Ziel gesetzt wird. Vortrefflich hat diese Vorgänge u. a. Ebel bei den niedern Nagelfluhe und Sandsteinketten der Schweiz geschildert.

Die so entstandene Verschiedenheit der Formen in den Gipfeln und Kämmen der niedern und höheren Gebirge tritt besonders bei der Betrachtung der Alpenkette im Vergleich mit unsern norddeutschen Gebirgen hervor. Eine jede landschaftliche Ansicht aus diesen Gegenden lehrt das Auffallende der Kontraste in den Gestalten der äufsern Umrisse dieser Gebirge. Die Ansicht der Alpen führt in ein Labyrinth von scharfen Grathen, besetzt mit spitzigen zerrissenen steilen Gipfeln, welche sich oft mit nadelähnlicher Spitze endigen. Man nennt diese Gipfelart in der deutschen Schweiz Hörner, in der französischen dagegen bezeichnet man sie charakteristisch durch Dent oder Aiguille. In Tyrol hat man dafür den Ausdruck Kogel oder Kofel, der auch noch durch Steyermark und Oesterreich gilt, oder man ersetzt ihn auch wohl durch den Ausdruck Spitz, welchen man ganz insbesondre für die höchsten Gipfel des Tatra-Gebirges in den Karparthen gebraucht, z. B. die Lomnitzer Spitz, Eisthaler Spitz.

In Nord-Deutschland dagegen finden sich dergleichen Bezeichnungen für die Formen der höchsten Gebirgspunkte nicht. Für die ansehnlichsten derselben bedient man sich des Ausdruckes Kopf (Ochsenkopf,

Schneekopf, Ederkopf), im Schwarzwalde Belchen, in den Vogesen Ballon oder Kuppe, welcher hinlänglich bezeichnend für die verrundete Gestalt ist. Nur in tiefen engen Thal-Einschnitten, welche steile Entblöfsungen darbieten, sieht man bei uns dieselben Gebirgsarten mit denselben zackigen äufseren Gestalten im Kleinen wiederkehren, so z. B. im Harze an der Rofstrappe, am Ilsenstein, im Thüringer Walde am Meisenstein, Rabenstein u. s. w. Dafür treten aber auch häufig die höchsten Gipfel nur in die Reihe der sanft ansteigenden Rücken ein, und verdienen keine besondere Benennung, den allgemeinen Namen „Berg" tragend, so am Harze der Brocken, Ramberg, Wurmberg, Bruchberg u. s. w., so fast alle Gipfel des rheinischen Schiefergebirges, der Winterberg, Feldberg u. s. w., der Inselsberg im Thüringer Walde, Schneeberg in Mähren u. s. w.

Noch eine dritte Form von Berggipfeln eigenthümlicher Art ist ferner die mehr oder minder abgestumpfte Kegel-Gestalt erloschner Vulkane, welche durch Aufhäufung vulkanischer Substanzen entstanden, den wenigen Gebirgen dieser Art, in welchen sie in gröfserer Menge auftreten, ein sehr eigenthümliches Ansehn giebt. Man kann von Gebirgen dieser Art in der That sagen, dafs sie nur aus einer Anhäufung von Gipfeln ohne Kämme und Rücken u. s. w. bestehn, selbstständig nebeneinander liegen, und bis auf ihre Basis, eine gemeinsame Fläche, welche oft die des Meeres ist, getrennt erscheinen.

Vortreffliche Beispiele solcher Verhältnisse, von grofser Auszeichnung, zeigen sich besonders im südlichen Frankreich, in jener ausgedehnten Reihe von erloschnen Vulkanen, die sich im obern Flufsgebiete der Loire, des Allier und des Dordogne, in den Umgebungen von Clermont und südlich im Cantal zeigen. Ihre Form wird dort mit der eigenthümlichen Benen-

nennung le Puy bezeichnet. Der Puy de Dome ist der höchste dieser Berge (4902 Fufs), nächst dem Puy de Pariou, Puy Marie. Von den uns näher liegenden Gebirgen entspricht keines dieser Gestalt vollkommner, als das ganz basaltische böhmische Mittelgebirge.

Die Vertheilung der Gipfel im Allgemeinen bietet mancherlei Verschiedenheiten dar. Am gewöhnlichsten folgt sie den höchsten Erhebungen der Kämme. Fast alle bedeutenderen Hörner der Alpen liegen der Reihe nach auf den Kanten der Hauptketten; so zu beiden Seiten des Rhonethales, so im Engadin, die bündtnerischen und die Tyroler Alpengipfel, so die Gipfel der südlichen Andes-Ketten, der Karpathen, selbst die des Thüringer Waldes und des Riesengebirges.

Zuweilen indefs auch tritt der Fall ein, dafs bedeutende Gipfel isolirt, als vereinzelte getrennte Gebirgsstöcke, neben dem Hauptrücken des Gebirges hervortreten, und dieser Fall scheint sogar ganz besonders den höchsten der Gebirgsgipfel eigen.

So pafst er z. B. schon in einiger Beziehung auf den Montblanc mit einer gewissen Zahl ihn umgebender Gipfel vom Col de Bonhomme (7520′ hoch) bis zum Col de Balme (7070′) oder wohl nur bis zum Col de Ferret. Diese bilden zusammen eine völlig isolirte, von der übrigen Alpenkette steil abgerissene Masse, von etwa 6 Meilen langer Basis, deren Isolirung schon vielen Beobachtern auffiel. — Eben so erscheint auch die Spitze des Ortler im südwestlichen Tyrol, zwischen den Thälern der Adda und Etsch, als eine vereinzelt hervortretende Masse, als ein Kolofs, welchen man seines furchtbar steilen Aufsteigens wegen lange für einen Nebenbuhler des Montblanc gehalten hat, nach v. Welden 12063 F. hoch. Ganz ähnlich ist das Erscheinen in den höchsten Gipfeln der Pyrenäen, des aus

Kalkstein bestehenden Mont Perdu, nach Reboul und Vidal 10482 Fufs hoch, und die Maladetta, ein Granitberg von 10722 Fufs Höhe, welche, wie schon Ramond bemerkte, auf der südlichen Seite des Hauptkammes frei vorspringend liegen. — Eben so auch zeigt sich das Verhalten der Hauptgipfel in der skandinavischen Alpenkette, welche, wie sich aus Hisinger's Schilderung ergiebt, in O. des hohen Rückens liegen, so namentlich der Städian südlich in Dalarne (3621 F.), der Åreścutan in Jemtland (4500 F.).

Wahrscheinlich rührt dieses interessante Verhältnifs von der stärkern Erhebung her, welche die einzelnen Gipfel im Verhältnisse zur ganzen Kette erlitten haben, und welche sie nöthigte sich loszureifsen. Diefs zeigt sich nach L. v. Buch deutlich am Montblanc, und im Falle der Isolirung der höchsten Gipfel von der Hauptkette entspricht dann dem Auftreten eines solchen, eine Erniedrigung in dem dahinter liegenden Theile der Hauptkette selbst.

Interessant ist endlich noch ein in gröfseren Gebirgen zuweilen bemerktes Verhältnifs in der Vertheilung der Gipfel, dafs sie nämlich am Rande grofser kreisförmiger Räume stehen, welche mit steilen Wänden umgeben sind. So kennen wir insbesondere die Gipfel des Monte Rosa, welche sich sieben an der Zahl um die Ränder des grofsen Circus von Macugnaga gruppiren. Schon Saussure *) beschrieb dieses merkwürdige Verhältnifs, und maafs auch den Circus. Er fand ihn 5000 Tois. oder $1\frac{1}{4}$ deutsche Meile im Durchmesser haltend. Der höchste dieser Gipfel mifst nach von Welden 14220 Fufs, ist also beinahe dem 14764 Fufs hohen Montblanc gleich.

Dieser Art der Gruppirung verdankt nach Ebel **)

*) *Journ. de Phys.* 1790. *Juill. et Août.*

**) Bau der Erde I, 33.

wahrscheinlich der Berg auch seinen Namen. Er sagt: „Eben so zeichnet sich der Nebenbuhler des Montblanc durch seine eigenthümliche Gestalt aus. Der Rosa besteht nämlich aus einem Zirkel vieler, fast gleich hoher Hörner, die wie Blätter einer Rose um ihren Mittelpunkt sich anlegen, woher auch der Name dieses Felsen entstanden ist. Die Mitte dieser Hörner aber, welche nach dem Anzasca-Thale liegt, bildet eine weite runde Vertiefung, ohngefähr wie manche runde Kessel auf der Mondsoberfläche. Diese Menge Hörner erscheinen von Turin aus gesehn, vereinigt, und geben dem Rosa eine aufserordentliche Breite, welche H. Beccaria auf 3307 Klaftern schätzt.“

Ganz ähnliche Verhältnisse kehren in den Pyrenäen wieder, und so bezeichnet Charpentier als das ansehnlichste Gebirgs-Amphitheater die Oule de Gavarnie, am obern Ende des Thales von Barèges, deren Wände durch ihre Steilheit und gleichförmige Erhaltung einen sehr imposanten Anblick gewähren. Vollkommen so ist der Circus des Thales von Estaubé gebildet.

Als den letzten, allen Gebirgen gemeinsam zukommenden Theil sind die Gebirgs-Pässe zu erwähnen.

Die Gebirgs-Pässe oder Col's stehen in ganz direktem Gegensatze zu den Gipfeln der Gebirge, denn so wie diese meistentheils die schnell aufsteigenden höchsten Theile der Gebirgskämme darstellen, so sind jene dagegen ihre meist scharf bezeichneten Einschnitte oder tiefsten Erniedrigungen. Da sie den Hauptkamm der Gebirge stets queer gegen sein Streichen durchschneiden, so sind sie nicht nur für die Auffassung von der Oberflächengestalt der Gebirge von Bedeutung, sondern, und wohl mehr noch für die Geschichte der Völker-Verbindungen. Denn wenn Gebirgszüge unter allen scharf bezeichneten Grenzen, welche durch die Natur auf der Erdoberfläche erzeugt werden, unstreitig die

sind, welche am vollständigsten die verschiedenen Stämme der Völker von einander geschieden halten, so vermittelt gewissermafsen das Daseyn der Pässe, als der Verbindungslinien zwischen den entgegengesetzten Abhängen, solche Trennungen, und das für die Entwicklungsgeschichte der Länder so einflufsreiche Zusammentreffen der Völker verschiednen Ursprungs ist wesentlich durch das Daseyn der Pässe bestimmt, und auch in vielen Einzelnheiten des Vorganges durch die Lage und Beschaffenheit derselben bedingt worden. Das Schicksal Italiens ist vielfach durch den Eintritt der vom Norden kommenden Kriegsheere, ja ganzer Völkerschaften bestimmt worden, welche den Weg durch die leicht ersteigbaren Pässe über die Alpen fanden, und wir dürfen nur an Hannibal's berühmten Uebergang (300 Jahre v. Chr.) *) und an Napoleon's Heerzug über den St. Bernhard (1800 im April) erinnern, um die Wichtigkeit der Pässe in historischer Beziehung fühlbar zu machen. Beispiele derselben Art bietet das durch die Pässe der Pyrenäen mit dem übrigen Europa allein in Verbindung stehende Spanien, eben so der Himalaya, durch dessen und seiner Fortsetzungen Pässe sich zu Zeiten die Völker des inneren Asiens über Indostan, China, Persien und deren Nachbarländer ergossen haben.

In Beziehung auf die Oberflächen-Verhältnisse der Pässe verdient es ganz besonders hervorgehoben zu werden, dafs man gewöhnlich von der Natur derselben sich eine unrichtige Vorstellung zu machen pflegt. Nach den gewöhnlichen Darstellungen auf Karten und Reliefs nämlich, scheint es stets, als ob die Pässe über den Hauptkamm oder die höchste Kante des Ge-

*) Der ältest bekannte dieser Art, durch welchen die Römer zuerst von den Galliern erfuhren, war der Einfall der Gallier unter Bellovese, 620 v. Chr.; um 250 v. Chr. drangen die Römer zuerst in die Alpen ein, auf der Seite nach Nizza.

birges selbst führen, an Stellen, wo vielleicht sanftere Abhänge ein leichteres Ersteigen gestatten, und es ist daher, wie schon Ebel *) bemerkt, nichts gewöhnlicher, als das Mifsvergnügen der neugierigen Reisenden, welche nach 6 bis 9 Stunden mühsamer Anstrengung endlich die Höhe des Alpenpasses, aber mit ihr keinen freien Gesichtskreis gewinnen.

Nur in den niedern, überall zugänglichen Gebirgen oder in den immer unbedeutenderen, welche aus einer einzigen schmalen scharfen Kette gebildet werden, kommt es vor, dafs man, auf der Höhe ihrer Uebergangs-Punkte angelangt, nun plötzlich auf wenige Schritte die Aussicht in das jenseitige Gebiet geöffnet, und den Kontrast beider Seiten eines Gebirges, eins der anziehendsten Schauspiele der Natur, sich darbieten sieht. So der Passo della Tambura in den Bergen von Carrara, so die Pässe in der Bergkette von Sicilien, welche das Aetna-Gebiet von dem Meere scheiden.

In gröfseren, vollkommner ausgebildeten Gebirgen dagegen, welche alpinische Natur zeigen, stellt sich dieses Verhältnifs ganz anders. Dort, wo man die hohen Kämme zahlreich parallel laufender Bergketten nicht ohne Beschwerde und nur an wenigen Punkten ersteigen kann, sind die vorzugsweise sogenannten Pässe stets scharf bezeichnete Einschnitte, welche quer durch das ganze Gebirge hindurchsetzen, so dafs sie aus der Verbindung zweier entgegengesetzt auslaufenden Thäler gebildet werden, oder selbst als das Gebirge quer durchsetzende Thaleinschnitte betrachtet werden, wie diefs insbesondre zuerst Ebel dargethan hat. Seine Betrachtung der Pässe beginnt er mit den Worten: „Unter den Hochthälern der Alpen verdienen diejenigen eine besondere Betrachtung, durch welche die grofsen Handels- und Heerstrafsen oder Alpen-Pässe aus Deutschland und Frankreich

*) Bau der Erde, I, 38.

nach Italien führen." — Weiterhin betrachtet er sie noch als die ältesten und höchsten Zerreifsungen, welche der seiner Ansicht nach ursprünglich in gleicher ununterbrochener Erhebung fortstreichende Hauptkamm des Gebirges erlitten hat.

An dem Eingange solcher Gebirgsübergänge angelangt, steigt man daher oft mühsam auf schmalem Pfade viele Stunden weit in einem engen und tief eingeschnittenen Thalgrunde aufwärts, auf einem an steilen Felswänden oft künstlich befestigten Wege längs den Uferrändern eines tobenden Bergstroms. Man gelangt endlich nach verschiedenartigen Absätzen und Krümmungen auf die Scheideck oder den Scheitelpunkt des Bergpasses, aber statt der gehofften freien Aussicht in das Tiefland, findet man dort noch dieselbe Natur des Gebirges. Stets beengt von hoch aufsteigenden Berg-Kolossen, bleibt man auch dort noch in einer oft ausgezeichneten Thalschlucht, man erblickt sich (mit Ebel zu sprechen) in einem nackten, öden, von hohen steilen beschneiten und begletscherten Felsen ummauerten Thale, in welchem nur das Sausen der Winde und das wunderbare Gestaltenspiel der Wolken Bewegung verbreiten; oft eine ansehnliche Strecke weit bleibt es zweifelhaft, ob man den Gebirgskamm schon überschritten habe und sich am jenseitigen Abhange befinde. Stets umschlossen noch von hohen steilen Wänden, geht man endlich entschieden wieder bergabwärts; immer tiefer und oft ganz schluchtenartig schneidet das Thal ein, und die Aussicht endlich eröffnet sich erst, wenn die hohe Gebirgsnatur allmälig sich verliert, und man dem letzten Rande der Mauer sich nähert, aus deren oft schmaler Pforte hervortretend der herabstürzende Bergstrom sich nun plötzlich in die Niederung ausbreitet. So ist das wahre Bild aller gröfsern Alpenpässe.

Eins der ausgezeichnetsten Beispiele davon bietet die Gotthard-Strafse, einer der ältesten unter den

Verbindungswegen zwischen Deutschland und Italien. Es beginnt dieselbe an der Nordseite mit dem Vierwaldstädter See, 1350 F. über dem Meere, welcher als eine, tief in die Vorketten der Alpen eingeschnittene Gebirgslücke betrachtet werden kann. Von Altdorf her aufsteigend folgt man dem Thale der Reufs, eines der wildesten unter den Alpenströmen; die dem See nahe Ebene schliefst sich zu beiden Seiten des Flusses sehr nahe in der Gegend von Amsteg, wo man in die höhere Gebirgsnatur eintritt. Der schmale Pfad folgt fortan stets den Krümmungen der Felswände, zwischen den noch um 5—6000 Fufs höher aufsteigenden Abhängen der sehr imponirenden Bergmassen der Windgelle, des Sustenhornes, Bristenstock, Gallenstock hindurch. Man tritt über Göschenen in das sogenannte Krachen-Thal oder die Schöllenen, und hier wird das Reufsthal ganz zur engen, scharf eingeschnittenen, nackten Felsenkluft. Endlich zuletzt bei der sogenannten Teufelsbrücke sperren die steil aufsteigenden Felswände vollkommen den Weg, und da führt dann eine künstlich in den Felsen gehauene Kluft, das sogenannte Urnerloch, uns in die freundlich grüne Ebene oder lange Thalweitung des Ursern-Thales, eines der höchsten bewohnten Thäler der Alpen, 4580 Fufs üb. d. M., welches noch von den 4—5000 Fufs höhern Felshörnern des Gotthard und seiner Nachbarn eingeschlossen wird. Jenseits des Ursern-Thales aufwärts verengert sich nun wieder der Einschnitt des Thales, und zwischen 2—3000 Fufs hohen Abhängen in regelmäfsiger Thalfurche, geht man nun sanft hinauf noch um fast 2000 Fufs höher steigend, bis zur Scheideck, bis zum sogenannten Hospiz (6390 Fufs hoch); dort ist der Abhang so gering, dafs die Wässer rings umher in kleinen Wasser-Ansammlungen stehend werden. Das Aufsteigen dauert 7—9 Stunden, dann aber geht es viel steiler, als man gekommen war, in das scharf eingeschnit-

tene sogenannte Liviner Thal hinunter, in welchem der reifsende Ticino strömt, bis Airolo in $1\frac{1}{2}$ Stunden volle 3000 Fufs fallend. Von Airolo ab wird das Fallen des Thales gleichförmiger, mit Ausnahme einiger schnellabsetzenden Stufen bei Dazio grande und Giornico, und endlich eröffnet sich die Aussicht ins Freie auf der italienischen Seite mit Bellinzona, nahe den Küsten des Lago maggiore (700 Fufs üb. d. M.), wo in einer neuen Natur sich die ersten Früchte des Südens zeigen.

Zwar nicht alle Pässe der Alpen sind so eng und tief eingeschnitten, und von so grofsartigen Felswänden begrenzt, als der Gotthard-Pafs; doch haben sie alle im Wesentlichen dieselbe Natur. In Beziehung auf die Leichtigkeit des Ueberganges durch dieselben aber sind in neuer Zeit ganz besonders wichtige Veränderungen eingetreten, indem die vorzüglichsten dieser Strafsen, welche noch vor wenigen Jahren nicht anders als zu Fufs oder mit Saumthieren, und auch dann nicht ohne Gefahr vor Lavinen, Bergstürzen u. dgl. passirt werden konnten, gegenwärtig bequem und sicher zu Wagen befahren werden können.

Den Anfang zu dieser aufserordentlichen Aenderung machte Buonaparte als erster Konsul. Als nach dem Uebergange über den St. Bernhard und nach der Schlacht von Marengo die Wichtigkeit eines, zu allen Zeiten leicht und sicher passirbaren Weges über die Alpen aus Frankreich nach Italien einleuchtend wurde, beschlofs er im J. 1801 dazu die Strafse über den Simplon zu wählen. Sie führt aus dem Thale der Rhone im Wallis bei Brieg durch das Seitenthal der Saltina hinauf, und auf der italienischen Seite durch das Thal der Doveria hinunter nach Domo d'Ossola, im Thale der Toccia oder Tosa, an den Lago maggiore und von dort nach Mailand. Diese Riesenarbeit ward in 4 Jahren mit einem Aufwande von $4\frac{1}{2}$ Mil-

lionen Thalern vollendet, und so die erste fahrbare Strafse über die Alpen hergestellt.

Noch vor der Vollendung dieses Werkes wurde ein zweiter Pafs über die Alpen weiter westlich über den Mont Cenis fahrbar gemacht. Er führt von Chambery in Savoyen durch das Isère-Thal, aufwärts von Lans-le-bourg, in das Seitenthale der Arc und hinunter an der Cenise in das Thal der Dora bei Susa, diesem folgend bis ins Po-Thal bei Turin.

Ein so ausgezeichnetes Beispiel der erleichterten Verbindung zwischen den Völkern diefs- und jenseits der Alpen, blieb auch in dem übrigen Theile dieses Gebirges nicht lange ohne Nachahmung, und statt der eben erwähnten zwei Strafsen führen gegenwärtig, nach kaum 30 Jahren, schon sechs solcher künstlich erweiterten grofsen Pässe über den Hauptkörper des Alpen-Gebirges in seinen höchsten und grofsartigsten Theilen.

Die dritte dieser Verbindungen ward in den Jahren 1818—23 in Graubündten eröffnet; sie führt von Chur in dem Rheinthale hinauf, da wo der Vorder- und Hinterrhein bei Reichenau sich verbinden, im Thale des Hinterrheines über das Dorf Splügen bis nach Hinterrhein, von dort aber über den St. Bernhardin und hinunter durch das prächtige Misoxer Thal (Val Misocco) zum Tessin bei Bellinzona an den Lago maggiore. Von Splügen ab aber ward gleichzeitig durch die Oesterreichische Regierung mit Ueberwindung aufserordentlicher Schwierigkeiten von dieser Strafse aus ein Pafs über den Splügen eröffnet, welcher nach Italien hinunter durch das malerische Thal von San Giacomo, ein Seitenthal der Adda nach Cleven (Chiavenna), und von dort längs der Adda nach dem Comer See führt. Die Fortsetzung dieser Strafse längs dem östlichen Ufer des Comer Sees von Riva bis Lecco ist ein bewunderungswürdiges Meisterwerk.

Doch die prächtigste aller Alpen-Strafsen, von

Oestreich in denselben Jahren gebaut, und im Jahre 1824 vollendet, führt vom Comer See längs der Adda aufwärts bis Bormio, um das westliche Tyrol mit Italien zu verbinden. Sie steigt unmittelbar westlich neben den Abhängen der mit Gletschern umpanzerten Felsen-Pyramide des Ortler auf bis zu einer Höhe von 8610 paris. Fufs, über die Schneegrenze hinführend zu dem sogenannten Stilfser Joch; dann geht sie hinunter durch das sogenannte Trafoi-Thal nach Stilfs, und von dort in das obere Etsch-Thal, das Vinsch-Gau, bei Glurns, in Schönheit und Schwierigkeit der Ausführung selbst die Simplon-Strafse zurücklassend. Aus dem obern Etsch-Thal gelangt man durch eine merkwürdig weit offne Verbindung, welche in einer getreidereichen, sanft geneigten Fläche zwischen den höchsten Alpenkämmen hindurch führt (den Scheitel in 4300 Fufs Erhebung, genannt die Reschen-Scheideck), über die sogenannte Malser Heide nach Finster-Muenz in das obere Innthal, von wo man entweder nach Innsbruck, oder über den Arlberg nach Feldkirch am Rheine und an den Boden-See gelangen kann.

Der sechste unter den künstlich erweiterten Haupt-Alpenpässen endlich ist die Gotthard-Strafse, welche in den Jahren 1828—30 ausgeführt wurde. — Aufser diesen sechs aber führen noch an den beiden Enden westl. und östl. zwei Haupt-Pässe über die Alpen, wo der grofsartige Charakter dieses Gebirges schon etwas vermindert erscheint. Sie sind: westlich der Col di Tenda (5526 Fufs), welcher von Nizza über Cuneo nach Turin führt, und östlich der allbekannte und am ältesten fahrbare Brenner-Pafs (4300 F.) von Innsbruck durch ein Seitenthal des Inn über Matrey hinüberführend zur Eisack, bei Sterzing, in's Etsch-Thal nach Botzen und Roveredo und von dort in die grofse lombardische Ebene nach Verona.

In Beziehung auf die Höhe, welche die Scheidecken der Pässe im hohen Alpengebirge über dem Meere erreichen, hat schon Ebel bemerkt, dafs eine merkwürdige Regelmäfsigkeit stattfindet: es liegen nämlich fast alle bedeutenderen Pässe, welche die Centralkette der Alpen durchschneiden, nach ihm in ziemlich gleicher Meereshöhe von 6000—7500 par. Fufs, wie aus folgender Tafel zu ersehen.

Der Mont Cenis	6360	Fufs.
Der kleine St. Bernhard .	6750	-
Der grofse St. Bernhard .	7548	-
Der Simplon	6174	-
Der Gries	7336	-
Der St. Gotthard	6390	-
Der St. Bernhardin . . .	6584	-
Der Splügen	6513	-
Der Bernina	6260	-
Das Stilfser Joch	8610	-
Der Septimer	7000	-
Der Maloja	5850	-

Aus dieser wichtigen Thatsache ergiebt sich, dafs das Minimum der Erhebung eines Gebirges eben so wenig lokalen Zufälligkeiten unterworfen ist, wie seine Gestaltung in gewissen Parallelrichtungen und überhaupt seine ganze ursprüngliche Bildung. Schon oben haben wir darauf hingewiesen, dafs die Erhebung eines Gebirgsganzen in gewissen Strecken nur durch einen gleichförmig auf dieselben einwirkenden, allgemeinen und an seinen Wirkungen abmefsbaren Kraft-Aufwand könne erfolgt seyn; diese gleichförmige Vertiefung der Pässe gehört gleichfalls unter denselben Gesichtspunkt. Es wird sich dann aber diefs natürlich nicht nur in den Alpen erweisen, sondern eine allen Gebirgen gemeinsame Eigenschaft seyn müssen, und in der That finden wir sie auch

an allen denjenigen wieder, deren Verhältnisse genauer bekannt sind. Alex. von Humboldt *) hat zuerst diesen Gegenstand einer vergleichenden Betrachtung unterworfen; da es indefs die Arbeiten dieses hervorragenden Naturforschers besonders auszeichnet, dafs Kombinationen scheinbar vereinzelter und unbedeutender Thatsachen von ihm in allen Zweigen des physikalischen Wissens stets zu höheren, allgemein übersichtlichen Standpunkten erhoben wurden, so knüpften sich auch an diese Untersuchungen einige sehr anziehende Vergleichungen des allgemeinen Charakters der Gebirge überhaupt, welche wohl am passendsten hier eine Stelle finden.

Die mittlere Gröfse der tiefsten Ausschnitte der Gebirgsketten zeigt ein gewisses Verhältnifs zur allgemeinen Erhebung der Gebirgskämme, und bei dieser mittleren Höhe des Kammes läfst sich wiederum ein gewisses Verhältnifs zu seinen höchsten Erhebungen oder Gipfeln erkennen. Aus der Zusammenstellung dieser beiden Verhältnisse, welche sich bei den genauer untersuchten Gebirgen leicht in Zahlenwerthen angeben lassen, kann der eigenthümliche Charakter eines jeden Gebirges sogleich auf eine ungemein ansprechende, in der Natur begründete Weise erkannt werden.

Alexander v. Humboldt hat diese von ihm so geistreich aufgefafsten Grundsätze auf einige der bekannteren Gebirge der Erde angewendet. Das Minimum der Erhebung leitete er aus dem Mittel der bekannten Höhen-Bestimmungen der Pässe ab; das Maximum hätte eigentlich auf ähnliche Weise aus den Mitteln der gemessenen bedeutenderen Gipfel der Centralkette müssen bestimmt werden; indefs zog er es vor, hier die Höhe des höchsten Punktes zum Anhalten zu nehmen (muthmafslich da es auf kleine Abweichungen im Grofsen und

*) *Annal. des sc. natur. IV.* 225—253, und in Poggend. Annal. der Physik XIII. 514—522.

Ganzen hier nicht ankommen kann). Die mittlere Höhe des Gebirgskammes aber war schwieriger zu bestimmen, da man zu ihr eigentlich möglichst recht viele Höhenbestimmungen auf dem ganzen Verlauf des Kammes selbst haben müfste, welche gewöhnlich zu fehlen pflegen. Alex. v. Humboldt bediente sich daher der ihm aus eignen Erfahrungen bekannten Thatsache, dafs die Kämme der Alpen, Pyrenäen, Andes u. s. w. nur selten auf einigermafsen dauernder Erstreckung in die Schneelinie aufsteigen. Er nahm daher die bekannte Höhe der Schneegrenze für das Maximum der Erhebung der Bergkämme, die mittlere Höhe der Gebirgspässe aber für das Minimum dieser Erhebung, und indem er nun das Mittel aus beiden Werthen zog, erhielt er so einen sehr wahrscheinlichen mittleren Werth für die allgemeine Höhe der Gebirgskämme. Auf diesem Wege ergaben sich folgende Resultate, mit deren Genauigkeit wir uns einstweilen begnügen müssen.

Für die Alpen, zunächst ihrer Hauptmasse nach, so weit sie auf der Scheidung zwischen Frankreich, Italien und der Schweiz liegen, fand Alex. v. Humboldt die mittlere Höhe der Pässe, aus den Messungen von 10 derselben abgeleitet, gleich 7068 Fufs (1178 Tois.), die mittlere Höhe des Kammes = 7200 Fufs, die höchste Erhebung der Gipfel = 14764 Fufs. Es verhält sich demnach die mittlere Höhe des Kammes in diesem Gebirge zu der Höhe seiner Gipfel etwa wie 1 : 2.

Bei den Pyrenäen dagegen stellt sich diefs Verhältnifs ganz anders. Ihre Pässe sind für die kurze Erstreckung des Gebirges von etwa 85 Lieues (50 geogr. Meilen) bei weitem zahlreicher als die der Alpen. Der niedrigste unter ihnen, der Col de Puymorin (an den Quellen des Arriège-Thales), mifst 5760 Fufs Höhe, während die höchsten, wie Port de Pinède, Port de Campbiel u. s. w., zu 7680, ja selbst bis zu vollen 8000 Fufs aufsteigen. Alex. v. Humboldt nimmt das

Mittel aus 13 wohl gemessenen Pässen, und findet danach die mittlere Höhe derselben zu 7302 Fufs (1217 Tois.) also im Ganzen selbst noch etwas höher als die mittlere Höhe des Alpenkammes. Demgemäfs ist nun aber auch die mittlere Höhe des Kammes in den Pyrenäen entschieden höher als in den Alpen, und es ist diefs ein Verhältnifs, welches schon Ramond bemerkt hat. Alex. v. Humboldt findet dieselbe = 7500 F. Nun aber sind bekanntlich die Gipfel der Pyrenäen ungleich niedriger als jene der Alpen, denn der höchste derselben, die Maladetta, steigt nur zu 10722 F. auf. Es folgt daraus also eine ganz verschiedene Physiognomie dieses Gebirges, da der Kamm sich hier zu den Gipfeln wie 1 : 1,4 verhält.

Wieder sehr abweichend gestaltet sich diefs Verhältnifs in der Kordilleren-Kette Südamerika's. In dem von Alex. v. Humboldt selbst untersuchten Gebiete ist dort einer der niedrigsten unter den Pässen der von Quindiu; er führt aus dem Thale des Magdalenen-Stromes in das des Rio Cauca, und ist fast gerade so hoch als der höchste Gipfel der Pyrenäen, nämlich 10788 Fufs. Der höchste unter ihnen, der von Guanacas, steigt dagegen gar zu 13800 Fufs. Alex. von Humboldt setzt hier die mittlere Höhe der Pässe auf 10914 Fufs. Die mittlere Höhe des Kammes dagegen beträgt nach ihm 11100 Fufs. Da nun der höchste Gipfel in diesem Theile des Gebirges, der Chimborazo, zu 20100 Fufs aufsteigt, so verhalten sich die beiden letzteren Gröfsen wie 1 : 1,8, also nahe wie in den Alpen.

Noch fügen wir in dieser Beziehung den Himalaya hinzu, dessen bis jetzt mit Sicherheit gemessene Pässe, welche aus dem nördlichen Indostan in die chinesische Tartarei führen, eine wahrhaft bewundernswürdige Höhe haben. Der niedrigste derselben, genannt Rol-

Ghati, mifst 14070 Fufs (2345 Tois.); der höchste dagegen, der Nitee-Ghaut, übertrifft bereits die Höhe des Montblanc um fast mehr als 1000 Fufs; er erreicht nämlich 15774 Fufs. Die mittlere Höhe derselben setzt Alex. von Humboldt demnach auf 14592 Fufs, also nahe gleich der Höhe des Montblanc. Die mittlere Höhe des Kammes hat nach ihm dieselbe Gröfse, was freilich, so weit wir bis jetzt wissen, als eine wunderliche Ausnahme erscheinen mufs, denn auf der Scheideck der Pässe angelangt, befindet man sich dort auf einem Plateau, welches der Höhe derselben gleichkommt, und über welches sich, an der Kante des Randes, nur noch die Gebirgsgipfel erheben. Die Höhe dieser letztern steigt, so weit wir bis jetzt wissen, im Dhawalagiri zu 26340 Fufs (4390 Tois.) auf, und es ist daher hier das Verhältnifs der beiden letzten Gröfsen $= 1 : 1{,}8$, oder genau so wie in der Kordilleren-Kette.

Ganz dasselbe Verhältnifs findet Alex. von Humboldt auch in der Küstenkette von Venezuela; die mittlere Kammhöhe daselbst ist $= 4500$ Fufs, und die der Gipfel $= 8100$ Fufs. Von andern Gebirgen der Erde aber wissen wir dasselbe noch nicht mit solcher Genauigkeit anzugeben. Nur vom Kaukasus will ich noch anführen, dafs nach den bisher bekannt gewordenen Thatsachen diefs Verhältnifs dort ganz wie in den Alpen wie $1 : 2$ ist. Die mittlere Höhe des Kammes daselbst ist 7980 Fufs, und die Höhe des höchsten Gipfels, des Elburz, betrüge 16698 Fufs. Es scheint daher wohl allerdings in diesen so oft wiederkehrenden Zahlen etwas Gesetzmäfsiges zu liegen, und jedenfalls bleibt es, um dem Gedächtnisse zu Hülfe zu kommen, immer interessant, sich zu merken, dafs die Gipfel der Pyrenäen fast gerade die mittlere Höhe des Kammes der Kordilleren, die der Alpen dagegen genau die mittlere Höhe des Kammes der Hi-

malaya-Kette erreichen (vergl. hiebei Alex. von Humboldt's Tableau, *Ann. d. sc. nat. IV. pl.* 15, und bei Poggend. XIII. Taf. VI.).

Vergleichende Bemerkungen über die Höhe der Berge und über einige mit derselben verbundene Erscheinungen.

Die Bestimmung der Berghöhen geschieht bekanntlich auf zweierlei Weise, auf trigonometrische und auf barometrische. Beide Methoden können, wenn sie mit aller dabei erforderlichen Genauigkeit ausgeführt werden, ein gleich zuverlässiges Resultat geben.

Die trigonometrische Messung eines Berges beruht bekanntlich auf der Lösung des einfachen Problems, aus der bekannten Länge einer Seite eines Dreiecks und der Gröfse der beiden anliegenden Winkel die Länge der beiden andern Seiten zu finden, und dann hieraus das rechtwinkliche Dreieck zu berechnen, an dem eine Kathete die Höhe des Berges, die andere die Entfernung, und die Hypotenuse eine gefundene Linie des ersten Dreiecks ist. Diese so einfach erscheinende Lösung ist indefs in der Ausführung mit zahlreichen Schwierigkeiten verbunden. Um nämlich die eine Seite des ersten Dreiecks zu finden, mufs man eine Standlinie genau messen, und zwar mufs diese bedeutend lang seyn, wenn der Berg in einiger Entfernung liegt; es ist ferner durchaus nothwendig, dafs man von den beiden Enden dieser Standlinie die Spitze des Berges genau sehen könne. Ferner verursacht ganz insbesondere bei entfernten Bergen, wo die Spitzen nahe am Horizont gesehen werden, die Strahlenbrechung grofse Unsicherheiten, welche fast nicht ganz zu beseitigen sind. Es ist daher jedenfalls immer die Ausführung einer solchen Messung eine sehr weitläuftige Operation, zu welcher eine günstige Lage des Ortes, gehörige Zeit und genaue Instrumente nothwendig sind, alles nicht immer leicht zu vereinigende Erfordernisse.

Die

Die Messungen von Berghöhen mittelst des Barometers beruhen auf der Abnahme des Luftdrucks mit der Zunahme der Höhe. Die Länge der Quecksilbersäule in dem Barometer ist dem jedesmaligen Luftdruck proportional, und wie man ausführlich in den physikalischen Lehrbüchern entwickelt findet, nimmt der Luftdruck in einer geometrischen Progression ab, wenn die Höhe in einer arithmetischen Progression zunimmt, oder, anders ausgedrückt, die Höhe ist proportional dem Logarithmen der Zahl, welche den Luftdruck oder die Länge der Quecksilbersäule im Barometer vorstellt. Wenn man daher mit dem Barometer eine Höhe messen will, braucht man nur unten und oben den Stand desselben zu beobachten, die Logarithmen dieser Stände zu nehmen, und den kleinern von dem gröfsern abzuziehen. Der Unterschied ist dem Höhenunterschied der gemessenen Punkte proportional, und um diesen letztern Unterschied selbst in irgend einem bekannten Längenmafse ausgedrückt zu erhalten, braucht die logarithmische Differenz nur noch mit einer konstanten Zahl multiplicirt zu werden, die man bereits für die bekannten Längenmafse auf theoretischem und experimentellem Wege ermittelt hat *).

Ein so einfaches Verfahren, wie das eben ange-

*) Das Barometer wurde im Jahre 1643 von Evangelista Torricelli, einem Schüler Galilei's, erfunden. 1648 am 19. Sept. bestieg Perrier, ein Arzt zu Clermont, auf Anrathen seines Schwagers, des Physikers Pascal, zuerst mit diesem Instrument einen Berg, den 3479 Fufs über Clermont hohen Puy de Dome, und machte dabei die wichtige Beobachtung, dafs dasselbe oben ein Beträchtliches niedriger stehe, als unten. Mariotte gab zuerst im Jahre 1676 eine einfache Regel für das barometrische Höhenmessen, gegründet auf das von ihm entdeckte und nach ihm benannte Gesetz zwischen dem Druck und der Dichtigkeit der Luft. Die richtige Theorie dieser Messungen, wie sie oben angedeutet worden, stellte aber der Astronom Halley im Jahre 1685 zuerst auf.

deutete, ist begreiflich den so höchst verwickelten Operationen trigonometrischer Messungen weit vorzuziehen; bei seiner Ausführung in aller Schärfe, um genaue Resultate zu erlangen, wird es zwar allerdings etwas weitläuftiger, da die Berücksichtigung der oft wechselnden Temperatur der Atmosphäre und des Quecksilbers im Barometer, ferner die in der Atmosphäre wechselnde Feuchtigkeit und die Veränderungen der Barometerstände an einem und demselben Orte durch die Witterungs-Verhältnisse eine Erweiterung der mit diesen Beobachtungen verbundenen Rechnungen nöthig machen. Nichtsdestoweniger bleibt doch das ganze Verfahren immer noch so leicht ausführbar, dafs wir erst seit der Erfindung dieser Messungsmethode den Vortheil vergleichender Höhenbestimmungen in seinem ganzen Umfange realisirt sehen, und eine immer vervollkommnete Konstruktion der dazu nöthigen Instrumente, so wie die Berichtigungen der Berechnungsformeln tragen dazu bei, die Anwendung dieser Methode immer freier von den kleinen Fehlern und Irrthümern zu machen, welche dabei vorkommen können. — Die Anwendung der trigonometrischen Methode wird aber durch die barometrische keinesweges überflüssig, sondern es werden vorzugsweise bei Messungen der Berge in Entfernungen von der Meeresküste Kombinationen beider Verfahrungsweisen oft eintreten; unerläfslich aber werden sie stets da werden, wo es sich um Höhenbestimmungen von Bergen handelt, deren Gipfel nicht zu erreichen sind.

Unsere Kenntnisse vergleichender Bestimmungen von Berghöhen haben unter den eben erwähnten Umständen erst seit nicht gar langer Zeit einen hinreichenden Grad von Genauigkeit und Vollständigkeit erhalten. Wir verdanken diefs im Wesentlichen den Bemühungen der Naturforscher des letzten Jahrhunderts; denn Alles, was sich in dieser Beziehung aus dem 17ten Jahrhunderte erwähnt findet, ist entweder sehr unbedeutend oder selbst

oft noch höchst abenteuerlich. So bemühte sich noch der Pater Kircher (1665) in seinem *mundus subterraneus* zu beweisen, dafs es keine Berge gebe, welche, wie Aristoteles vom Kaukasus und Paropamisus erwähnt, so hoch seyen, dafs ihre Gipfel noch um Mitternacht von der Sonne beschienen würden, und die Hinzufügung seiner eignen Angaben hatte kaum einen gröfseren Werth. Noch lange nach ihm war es Sitte, die Höhe der Berge nach Millien zu schätzen, und ein Berg von 1—2 Millien war selbst in den Augen einiger Naturforscher des vorigen Jahrhunderts noch keine Seltenheit, selbst in Gegenden, wo keine Spur von einer Alpen-Natur vorkommt *).

Nach der ersten glücklich ausgefallenen Barometer-Beobachtung auf dem Puy de Dome (1648), nahm insbesondere Scheuchzer diesen Gegenstand lebhaft auf. Er beschreibt **) einen sehr umständlichen Reisebarometer-Apparat, und giebt an, dafs er sich zur Ausrechnung der Höhe nach der Erfahrung gerichtet habe, dafs das Quecksilber bei 80—90 Zürcher Schuh um $\frac{1}{10}$ eines Decimal-Zolles falle. Pascal hatte für eine Pariser Linie 74 par. Fufs angegeben, Mariotte 63 Fufs. Scheuchzer bestimmte darnach im Juni u. Aug. 1705 mit Hülfe von Cassini's Tafel die Höhe des St. Gotthard-Passes zu 6848 par. Fufs über dem Meere, ein andermal 7062 F. (neuere Messungen geben 6390 Fufs), den Furka-Pafs zu 7692 F. über dem Meere (jetzt 7748 Fufs), und hielt dabei eifrig fest, dafs der Gotthard der

*) Die Vorstellungen der Alten waren in dieser Beziehung voll von den höchsten Uebertreibungen. So sollten die Alpengipfel nach Plinius nicht weniger als 50 Millien hoch seyn, der Berg Athos war nach ihm nahe an 80 Stadien (p. p. 45600 F.) hoch †).

**) Naturgeschichte des Schweizerlandes, Ausg. von Sulzer 1746 Th. I. S. 26 f.

†) Ukert Geographie der Griechen und Römer II, 1ste Abth. p. 17.

höchste bekannte Berg sey; den Pilatus bestimmte er zu 2800 F. über Lucern, ein andermal aber 4604 F. (nach neuern Bestimmungen 5265 F.) Sulzer suchte dadurch zu beweisen, dafs das Barometer zum Höhenmessen gar nicht gebraucht werden könne. Scheuchzer zeigte ferner sehr gut, wie falsch früher die Vorstellungen der Alten von den Berghöhen waren, denn Plinius giebt die Alpen zu 272917 par. Fufs an, Gilbertus zu 87328, Kircher zu 29338 und Kepler zu 10916 F.

Die ersten Naturforscher, welche eine genauere Arbeit dieser Art über einen der durch grofse Erhebung interessantesten Theile der Erdoberfläche unternahmen, waren die Mitglieder der oben erwähnten französischen Expedition, welche sich im Jahre 1735—39 in Peru aufhielt, La Condamine, Bouguer u. Don Juan d'Ulloa. Sie nivellirten die Kette der Andes in den Umgebungen des Hochthales von Quito und den ungeheuren Lauf des Amazonen-Stromes von seinem Ursprunge in der Andes-Kette bis zu seiner Mündung bei Macapa. Schon damals ward ausgemittelt, dafs der höchste Gipfel in diesem kolossalen Gebirgslande, welches Alex. v. Humboldt das Tübet der neuen Welt nennt, der Chimborazo, etwa 20000 Fufs über das Meer erhoben sey, und man mafs hiemit zugleich die Erhebung vieler seiner ansehnlichsten Nachbarn (Cotopaxi, Pichincha, Antisana etc.). Es ward daher seit jener Zeit dieser Berg als der am höchsten aufsteigende Punkt unserer Erdoberfläche berühmt, und es verging nahe ein volles Jahrhundert, bevor sich's zeigte, dafs in jener Gegend keinesweges die höchsten Erhebungen einzelner Punkte der festen Erdrinde liegen. — Viel später erst unterrichtete man sich genauer über die verhältnifsmäfsige Höhe der ansehnlichsten Gebirge Europa's. In früheren Zeiten war fast allgemein stets der St. Gotthard als der höchste Punkt der Alpen betrachtet worden, da von ihm die Quellen der ansehnlichsten Flüsse entgegen-

gesetzt abfliefsen. Als indefs der Engländer Shukburgh (1776) nach den Alpen reiste, um Vergleichungen über die Genauigkeit barometrischer und trigonometrischer Messungen anzustellen, richtete sich zuerst die Aufmerksamkeit auf den Montblanc, dessen Erhebung dieser Naturforscher trigonometrisch über dem Spiegel des Genfer Sees bestimmte. Seine Messungen wurden sehr bald durch die Beobachtungen von Saussure bestätigt, welchem wir zuerst eine Zahl richtiger Bestimmungen über die Meereshöhe von Genf und vieler Gipfel der Alpen verdanken. — Saussure erstieg den Montblanc am 3. August 1787 mit dem Barometer, und fand seine Höhe zu 2257 Tois. (13542 F.) über dem Genfer See; den See über dem Meere 193 Tois. (1158 Fufs), mithin den Montblanc über dem Meere 14700 F. — Neuere Messungen geben 14764 F. Keiner der aufserdem gemessenen Berge in der Nähe zeigt sich so ansehnlich.

Zu bemerken ist, dafs die Höhe des Montblanc bald nach seiner ersten Ersteigung bestimmt wurde; Paccard, ein Arzt aus Chamouni, erstieg ihn zuerst am 8. Aug. 1786 in Gesellschaft seines Führers, Jacques Balmat, am 5. Juli 1787 bestieg ihn Balmat zum zweiten Male mit noch 2 Leuten, und der dritte war Saussure. Später ist diese Ersteigung bekanntlich sehr oft wiederholt worden.

So war man denn nun lange Zeit hindurch gewöhnt, den Montblanc für den höchsten Punkt der alten und den Chimborazo für den höchsten der neuen Welt anzusehn, und als Alex. v. Humboldt im Jahre 1799 nach Amerika ging, kannte man noch keine gröfseren Erhebungen. Man hatte zugleich eine Bemerkung gemacht, welche für den Charakter der Oberflächen-Gestalt in den Alpenländern beider Hemisphären von Interesse ist, dafs nämlich ohnerachtet der bedeutenden Höhendifferenz zwischen beiden Punkten, dennoch der

erstere, der Montblanc, einen viel imponirenderen Anblick als der letztere gewähre. Denn der Chimborasso erhebt sich als ein freistehender Gipfel erst über die Thalebene von Quito, welche selbst schon mehr als 9000 Fufs über dem Meere liegt, und man übersieht daher von dort aus nur noch einen Berg von etwas über 10000 Fufs Höhe. Den Montblanc dagegen sieht man frei hervorragend über den Spiegel des Genfer Sees, der etwa 1150 Fufs über dem Meere liegt, als einen Kolofs von fast 13600 Fufs Höhe; und selbst vom Thale von Chamouni (3174 Fufs) aus gesehn, welches unmittelbar an seinem Fufse liegt, hat er noch eine Höhe von 11532 Fufs.

Als Alex. v. Humboldt Amerika bereiste, war die genaue Bestimmung der Berghöhen, verbunden mit Vergleichungen über die Gestalt des Landes in senkrechten Durchschnitten, die auf den Horizont des Meeres projicirt waren, einer der wichtigsten Theile seiner dortigen Unternehmungen. Er hat in seinen Darstellungen des Hochlandes von Neu-Spanien Muster für die Auffassung dieser Verhältnisse gegeben, welche eigentlich erst die Resultate einzelner Angaben zu einem der Erweiterung unserer geographischen Kenntnisse fruchtbringenden Bilde verbunden, und eine grofse Zahl der interessantesten Erscheinungen in der physischen Beschaffenheit der Atmosphäre, der Verbreitung der organischen Geschöpfe und der Entwickelung des Menschen erklärt haben.

Er gab ein glänzendes Beispiel naturgetreuer Auffassung der Gestalt eines ganzen Welttheiles, der vorher in dieser Beziehung so gut als ganz unbekannt war, und es ist daher von grofsem Interesse, hier die Grundzüge des Bildes wiederzugeben, das er als Endresultat seiner Forschungen über die Gebirgsverhältnisse von Amerika entworfen hat, weil sie als ein Muster grofsartiger Darstellung dienen können, welche freier von dem Einflusse künstlicher systematischer Ansichten sind, als alle bishe-

rigen, selbst die Darstellungen unseres eignen Welttheiles nicht ausgenommen *).

Alex. v. Humboldt unterscheidet unter den Gebirgen des Festlandes von Amerika wenigstens fünf von einander durch zwischenliegende Ebenen geschiedene Hauptmassen, welche durch einen eigenthümlichen Charakter ihrer Oberflächen-Beschaffenheit und innern Zusammensetzung von einander abweichen, und sich dadurch als eben so viel selbstständige Gebirgsganze beurkunden. Den ersten Rang unter diesen nimmt das Gebirge der Kordilleren ein.

Cordilleras de los Andes. Der Name Cordillera ist spanisch, und bedeutet so viel als Gebirgskette. Der Name Andes dagegen, welcher erst in neueren Zeiten mehr angewendet wurde, ist peruanischen Ursprunges und rührt von dem Worte Anta, Kupfer oder Metall, her. Das Gebirge, welchem in seiner ganzen Ausdehnung dieser Name gegeben wird, erstreckt sich fast ununterbrochen von der südlichen Spitze Amerika's im Feuerlande, bei den letzten Felsensplittern der Insel des Diego Ramirez, bis zu der nordwärts verlaufenden Spitze der Küste Amerika's gegen das Eismeer, nahe der Mündung des Mackenzie-Stromes von 56° südlicher bis 69° nördl. Breite, hat also eine Längen-Ausdehnung von 125 Breitengraden oder nahe an 2000 (1875) geograph. Meilen, eine Länge, welche in der alten Welt einer Linie gleichkommen würde, die sich von Kap Finisterre, der südwestlichen Spitze Europa's bis zum Tschutschkoi Nofs erstrecken würde. Folgendes sind die wesentlichen Grundzüge von der Gestalt derselben.

Nächst der unregelmäfsigen zerrissenen Erhebung dieses Gebirges an den Felsenküsten von Feuerland beginnt ein regelmäfsiges Verhältnifs desselben in seinem

*) *Voyage aux regions équinox. du nouveau contin. T. X.* der Octav-Ausgabe 1825.

Verlaufe durch das Festland. Im südlichen Patagonien erhebt es sich als eine Kette von Schneebergen etwa 9—10000 Fufs hoch, welche nahe an der Küste des stillen Meeres fortläuft, so dafs die ansehnlichsten Abstände ihrer Basis kaum mehr als 15 Meilen vom Meere betragen. Bei ihrer fast immer sehr ansehnlichen Höhe ist es zugleich durchaus charakteristisch für sie, dafs sie stets nur eine sehr geringe Breite besitzen, gewöhnlich nur etwa 15 Meilen (18—22 Lieues), also viel schmäler als die Alpen, welche fast nur 0,05 von der Länge der Andes besitzen. Sie mufs daher, aus einem allgemeinen Gesichtspunkte betrachtet, als ein schmaler steiler Felsenkamm angesehn werden, welchen Alex. v. Humboldt mit der Ausfüllung einer mächtigen Gangspalte vergleicht. — So einfach ist der Charakter dieser Kette durch's Patagonenland, und eben so auch durch das Gebiet von Chili bis nach Ober-Peru unter etwa $20\frac{1}{2}^{0}$ südl. Breite. Dort beginnt zuerst in der Gegend von Potosi ein Verhältnifs, was ihr im fernern Verlaufe gegen N. durchaus charakteristisch ist; sie spaltet sich nämlich in zwei Ketten, welche ein langgestrecktes tiefes Thalbecken einschliefsen und dann unter 15^{0} südl. Breite wieder zusammenkommen. Diese Erscheinung wiederholt sich nun bis zur Fortsetzung des Gebirges in 2^{0} nördl. Br. noch wenigstens neunmal, und man unterscheidet daher in dieser ganzen Erstreckung fortwährend einen Wechsel von Gebirgsknoten oder Vereinigungspunkten, und von langen Thälern, welche von S. nach N. gerichtet, in O. und W. von hohen schmalen Ketten begränzt werden.

Es würde zu weit führen, hier die Einzelnheiten dieses merkwürdigen Verhältnisses, das den Anden unter allen Gebirgen der Erde in dieser Auszeichnung allein eigen ist, ausführlicher darstellen zu wollen. Es möge hier nur die Darstellung der bedeutenderen Verhältnisse genügen.

Die Gebirgsknoten tragen stets den Charakter rau-

hen Berglandes an sich, in welchem die Berge auf's Unregelmäfsigste zu hohen welligen Flächen verwachsen erscheinen. Einige derselben sind von ansehnlicher Gröfse, wie z. B. der Knoten von Cusco, welcher mehr als doppelt so grofs, als die ganze Schweiz ist. Doch erreichen sie nie eine für dieses Gebirge aufsergewöhnliche Höhe, da sie nur bis höchstens 14400 Fufs aufsteigen, und daher die Gränze des ewigen Schnees nicht erreichen. Die höchsten Punkte des Gebirges liegen stets in den schmalen Ketten, welche die Ränder der Thalbecken einfassen. Einer der bedeutendsten dieser Gebirgsknoten, der von Loxa ($5\frac{1}{2}-3\frac{1}{2}^0$ südl. Br.), erhebt sich sogar nicht über die Waldregion, und auf ihm wachsen die herrlichsten China-Bäume, welche man früher ausschliefslich auf ihm einheimisch glaubte. Die zwischenliegenden Thäler sind insbesondere durch die Erhebung ihrer Grundfläche ausgezeichnet, und bieten in der Nähe des Aequators (denn sie alle liegen unter den Tropen) grofse Landstriche dar, welche sich durch das gesunde kühle Klima der gemäfsigten Zone, oder eigentlich durch einen immerwährenden Frühling auszeichnen, der sie zu den Sitzen der ältesten einheimischen Kultur von Amerika, der frühesten Entwickelung geistiger Fähigkeiten gemacht hat. Unter ihnen nimmt, wie wir aus den Beobachtungen von Pentland (1827) wissen, das grofse Hochthal von Titicaca den ersten Rang ein. Es ist das südlichste von allen, und liegt gerade landeinwärts der Bai von Arequipa und Arica, welche die Gestalt von Südamerika der von Afrika so ähnlich macht, zwischen 15 und 20° südl. Br., und es besitzt einen Flächeninhalt von 3500 Quadrat-Lieues, ist mithin dreimal gröfser als die Schweiz. Ein grofser Theil desselben wird durch einen ringsum abgeschlossenen grofsen See, den von Titicaca, eingenommen, welcher einen Flächeninhalt von 440 Quadrat-Lieues, also einen zwanzigmal gröfseren als der Genfer See besitzt. Die Höhe dieses weiten Thals an seiner tiefsten Stelle beträgt 11800

Fufs über dem Meere. Auf seiner Westseite wird dieses Thalbecken durch eine Gebirgskette vom Meere geschieden, deren meist vulkanische Gipfel sich zu nahe an 19000 F. erheben, an der Ostseite aber trift eine Kette auf gegen 18000 F. h. hoch im Mittel des Kammes, welche nach H. Pentland's Messungen die höchsten Gebirgsgipfel der neuen Welt enthält, die den Chimborazo noch beträchtlich an Höhe übertreffen. Die beiden ansehnlichsten Gipfel sind: der Ilimani östlich nahe der bolivischen Stadt La Paz, 22710 F. hoch; die Nevada di Sorata nördl. in 15° 30′ Br., 23646 F. hoch.

Aufser diesem merkwürdigen Hochthale verdient das Thal von Quito Erwähnung. Es ist nächst ihm das bedeutendste, liegt in 9000 F. mittlerer Erhebung üb. d. M., und wird von gigantischen Bergen, in W. vom Chimborazo, Yliniza, Pichincha, in O. vom Cotopaxi, Antisana, Cayamba begränzt. Es bildet eine in sich abgeschlossene Provinz von etwa 55 Meilen Länge und 3 bis 4 Meilen mittl. Br., nordwärts unter 1° nördl. Br. an dem Gebirgsknoten von Los Pastos endigend, welchen man so lange für für das höchste Gebirgsland der Welt hielt.

Mit diesem Gebirgsknoten nimmt die Andes-Kette eine andere Natur an; es entsteht dort ein Verhältnifs, welches bis in die neuesten Zeiten den Geographen und Kartenzeichnern ganz unbekannt geblieben war. Es theilt sich nämlich der Gebirgsknoten auffallend gabelförmig in drei Arme, und zwischen diesen nehmen die Quellen zweier ansehnlichen Ströme ihren Ursprung und ihren fernern Lauf, der Rio de la Magdalena nämlich und der Rio Cauca, welche beide von S. nach N. fliefsend in den Meerbusen von Mexico einmünden.

Die östliche Kette, gewöhnlich Ostkette von Neu-Granada genannt, erhebt sich, in nordöstl. Fortsetzung ihren alten Lauf ändernd, in der Sierra Nevada de Merida über die Schneeregion; an ihrem nordwestli-

chen Abhange liegt auf einem weiten Plateau in 8400 Fufs Meereshöhe die Hauptstadt des columbischen Freistaates Santa Fé de Bogota, und sie setzt von dort gegen Porto Cabello fort, von wo ab sie die oft schon genannte Küstenkette von Venezuela bildet, welche in der Silla di Caraccas mit 8100 Fufs ihre gröfseste Höhe erreicht, und eigentlich erst in O. mit der Punta della Galera auf Trinidad ganz endigt.

Die mittlere Kette, welche den Magdalenen-Strom vom Rio Cauca trennt, ist nicht minder ansehnlich, sie trägt den höchsten Gipfel der Andes-Kette nördlich vom Aequator, im Pic von Tolima mit 17290 Fufs Meereshöhe, endigt indefs schon in 6 — 7° Br., viel niedriger und breiter werdend, noch lange vor der Küste des mexikanischen Meerbusens.

Die westliche ist unter dem Namen der Cordillera von Choco bekannt und ihrer Richtung nach als die wahre Fortsetzung der Andes zu betrachten, ist indefs, merkwürdig genug, in Beziehung auf ihre Erhebung über das Meer nur höchst unbedeutend, und erniedrigt sich bald bis zu etwa 5000 Fufs Meereshöhe. Sehr interessant aber ist sie durch ihren aufserordentlichen Reichthum an edeln Metallen, vorzugsweise Gold und Platin, von welchen das letztere fast nur hier gefunden wird. Die Gegend, in welcher das Platin vorkommt, bildet einen niedrigen Landstrich am westlichen Abhange dieser Kette (in 2 — 6° Br.) von höchstens 60 Meilen Länge und etwa 8 Meilen Breite, aufgeschwemmtes Land, das sich fast unmittelbar bis an die Küste (von 3500 Fufs Höhe bis 250 Fufs hinab) erstreckt; Gold aber kommt auch noch in O. derselben an den Ufern des Rio Cauca vor.

In der nördlichen Fortsetzung dieser Kette treten bald eigenthümliche Verhältnisse ein. Die mittlere Kette vereinigt sich mit der von Choco zu einem rauhen Gebirgslande, welches Alex. v. Humboldt den Gebirgs-

knoten der Provinz Antiochia nennt, und durch welches der Rio Cauca in engem Felsenbette sich durchwindet. Weiter nördlich, noch bevor die Landenge von Panama anfängt, scheinen die Gebirge ganz abzufallen, und es tritt hier eine niedrige sumpfige Ebene ein, auf welcher die Verbindung zwischen den nord- und südamerikanischen Andes unterbrochen ist. Durch dieses Sumpfland fliefst nordwärts der Rio Atrato in den mexikanischen Meerbusen, und aus ihm der Rio Cupica in's stille Meer. Hier besteht bereits eine mit kleinen Barken, wiewohl schlecht zu befahrende Verbindung beider Meere durch die sogenannte Raspadura, und wenn einst die Mittel vorhanden seyn werden, diese Verbindung schiffbarer zu machen, so wird sich gewifs die Aufmerksamkeit vorzugsweise auf diesen Landstrich richten, da er einen sehr bequemen Weg von Europa nach Indien darbietet. Gegenwärtig ist derselbe, seiner feuchten und sehr ungesunden Lage wegen, gemieden, und daher noch unbekannt.

Sobald man, weiter nordwärts gehend, die Landenge von Panama betritt, erhebt sich auch wieder die verschwundene Gebirgskette, anfangs niedrig und kaum 600 Fufs hoch; bald aber sehr viel ansehnlicher, und hart an der Küste des stillen Meeres sich erhebend, enthält sie die Reihe der prächtigen Vulkane von Guatimala, welche wenigstens bis zu 10000 F. Höhe ansteigen. — Weiter nördlich fängt die Gebirgskette an einen besondern Charakter anzunehmen, abweichend von dem der Kordilleren-Kette in Süd-Amerika, denn sie wird, sobald sie in Mexiko eintritt, ein mächtiger breiter Rücken, welcher mitten im Lande einen grofsen Gebirgskörper bildet, der sich sogar zuerst mehr der Küste des atlantischen Meeres nähert, und auf seiner Oberfläche grofse Ebenen von sehr ansehnlicher Erhebung über das Meer trägt. Mexiko selbst, unter 19° nördl. Br., liegt auf dem tiefsten Punkte einer solchen Ebene, 7000

Fufs über dem Meere fast zwischen zwei grofsen Alpenseen, ringsum abgeschlossen, ohne andern als künstlichen Abflufs, und umgeben von einem Ringe majestätischer Kegelberge, welche fast alle durch vulkanische Kräfte emporgetrieben worden; eine der herrlichsten Lagen der Welt. Unter diesen Vulkanen ragt insbesondere der Popocatepetl zu 16626 und der Pic von Orizaba zu 16302 Fufs hervor. Nach O. und W. steigt man von dieser Fläche durch wiederholte terrassenartige Absätze zur Küste von Acapulco und Vera Cruz hinunter, wie diefs die Profile in Alex. v. Humboldt's Atlasten erweisen, welche in ihrer Art die ersten und zugleich auch besonders klar und geschmackvoll ausgeführt sind.

Gegen N. dehnt sich die Hochfläche, immer breiter werdend, ununterbrochen durch ganz Neu-Spanien aus, und auf ihr liegen die reichen Bergwerks-Distrikte von Guanaxuato und Zacatecas, in welchen die gröfsest bekannten Massen edler Metalle, besonders Silber, an unserer Erdoberfläche zusammengehäuft sind. Von Mexiko bis Sante Fé del Norte fährt man fast ununterbrochen 300 geogr. Meilen lang auf einer Ebene, deren Niveau erst in $24\frac{1}{2}^0$ nördl. Br. unter 6000 Fufs Meereshöhe hinabsinkt.

Die fernere Gestaltung der grofsen Kordillere in N. wird nun sehr einfach. In der Gegend von Guanaxuato theilt sich im Allgemeinen, wie es scheint, die breite Masse der Kordillere (in 21^0 Br.) in drei Zweige.

Der östlichste derselben wendet sich nach der öden Provinz Texas, und setzt ferner in die nordamerikanischen Freistaaten über; er bildet dort zwischen dem Missisippi und Arkansas das unbedeutende Ozark-Gebirge, kaum mehr als 2000 Fufs hoch, und verliert sich in einen flachen Landrücken, welcher unter verschiedenen Benennungen (besonders Wisconsan hills) bis an den Obern See in Kanada wahrnehmbar seyn soll.

Die Central-Kette dagegen, welche ihre alte Richtung (nach NNW.) beibehält, ist bei weitem ansehnlicher. Auf ihrem Rücken erstrecken sich die eben erwähnten Hochebnen von Neu-Spanien. Sie läuft ferner, wo das Kontinent immer breiter wird, in fast 300 Meilen Entfernung vom westlichen Meere mitten im Lande fort zwischen den Quellen des ungeheuren Missisippi- (oder vielmehr Missouri) Gebietes, und denen des grofsen westwärts abfliefsenden Columbia-Stromes. Dort tragen diese Berge den Namen des Felsen-Gebirges, Rocky Mountains, und sind neuerlich durch die Herren Long, Edwin James u. A. genauer untersucht worden. Es zeigen sich in diesem Gebirge (in 37—41° Br.) mehrere mit ewigem Schnee bedeckte Gipfel (wie Spanish-Peak, James Peak und Bighorn), welche bis zu 11000 Fufs ansteigen, und noch in 49° Br. ist nach diesen Beobachtern der Kamm des Gebirges 6800 Fufs hoch, während die Pässe bis zu 5700 Fufs aufsteigen. Es scheint sich endlich dieses Gebirge weiter nördlich sehr zu erniedrigen, und endigt an der Küste des Eismeeres in W. von der Mündung des Mackenzie-Stromes in 69—70° Br.

Die westliche Kette, welche von dem Gebirgsknoten von Guanaxuato ausgeht, streicht in ansehnlicher Breite nordwestlich durch den gröfsesten Theil der Provinz Guadalaxara, und verliert ihre Selbstständigkeit an der nördlichen Spitze des Meerbusens von Californien (34° nördl. Br.). Dort trifft sie mit einer andern Gebirgskette zusammen, welche von der Südspitze Californiens (24° nördl. Br.) sich längs der Küste fortzieht, und von Alex. v. Humboldt die Kette der Seealpen von Nordamerika genannt wird. Diese Gebirgsreihe, welche häufig mit Unrecht für die Hauptkette der Kordilleren gehalten worden ist, steigt weiter nordwärts nur immer sehr nahe an der Küste des grofsen Ocean an, von welcher sie kaum mehr als 15—18 Mei-

len entfernt ist; sie erhebt sich schon in 39° nördl. Br. zu wenigstens 9000 Fufs Höhe in den Schneebergen von Kap Mendocino, wird in Neu Albion von dem Columbia-Strome (in 45° nördl. Br.) durchbrochen, und erscheint an der so furchtbar zerrissenen Küste von Neu-Hannover, Neu-Cornwall und Neu-Albion, welche durch Vancouver's Untersuchungen so berühmt geworden sind, in unzählige Splitter zertrümmert. Endlich aber noch unter 60° Br. trägt sie die höchsten Berge vom nördl. Amerika, welche bis jetzt bekannt sind, den vulkanischen Pic des riesengrofsen St. Elias-Berges, 16758 Fufs hoch und den nahe beiliegenden Schönwetterberg (Mount Fairweather) mit 13824 Fufs. Sie setzt dann in die gebirgige Halbinsel Alaschka fort, und geht durch die Reihe der Aleuten, unter welchen noch Berge bis zu 7000 Fufs Höhe vorkommen (der Ajagedan nach Kotzebue), auf Kamtschatka über.

Unter den vier andern Gebirgsgruppen, welche sich auf dem Festlande Amerika's erheben, ist, wie wohl auf der ganzen Erdoberfläche, keine, welche sich mit dem Riesengebilde der Kordilleren zugleich an Ausdehnung und Höhe nur irgend möchte vergleichen lassen. Sie befinden sich sämmtlich auf der östlichen Seite derselben, und sind mehr durch ihre völlig isolirte Stellung als durch ihre Gröfse und Erhebung merkwürdig. Zwischen ihnen und der Andes-Kette dehnen sich ungeheure, einförmige tiefliegende Ebenen, wahre Steppenflächen, aus, welche in Südamerika insbesondere unter dem Namen Llanos oder Pampas bekannt sind. Diese östlichen Gebirge sind ungleich in beiden Hälften Amerika's vertheilt; denn Südamerika enthält deren drei, Nordamerika nur eine. In der Ordnung von N. nach S. sind sie in Südamerika: die Sierra Nevada di Santa Marta, die Gebirgsgruppe von la Parime und die von Brasilien.

Das Schneegebirge von Santa Marta ist die kleinste, aber auch die am höchsten aufsteigende von al-

len Neben-Gebirgsgruppen in Amerika; sie liegt den Kordilleren am nächsten, auf der Ostseite des Magdalenen-Stromes, sehr nahe an der Küste, und ist früher für das nördliche Ende der Kordilleren-Kette in Südamerika gehalten worden. Sie ist indefs ringsum scharf abgeschnitten, kaum mehr als 3 Meilen lang, und erhebt sich mit zackigen Gipfeln, steil abgerissen, wie ein Castell über den Tierras calientes thronend. Wahrscheinlich erreicht sie die Höhe von 18000 Fufs (el Picacho, la Horqueta etc.), da ihre Gipfel das ganze Jahr hindurch tief hinunter mit Schnee bedeckt sind.

Die Gebirgsgruppe von la Parime ist von Humboldt unter diesem Namen zusammengefafst worden, der sie früher für einen Zweig der Kordilleren haltend, in seinen ersten Darstellungen die Kordillere der Katarakten nannte. Sie nimmt den gröfsesten Theil des vormals sogenannten, spanischen Guyana ein, und liegt zwischen der Ebene am untern Orinoco und der ungeheuren Thalfläche des Amazonen-Stromes, einen Flächenraum von nahe an 14000 geogr. Quadrat-Meilen einnehmend (zwischen 3 und 8° Br., 75 Meilen breit und zwischen 61—70° L., 135 Meil. lang). Ihr nördlicher, westlicher und südwestlicher Rand wird durch den wunderlich gekrümmten Lauf des Orinoco fast scharf umgränzt, und dieser Strom nimmt in dem nur sehr wenig gekannten Innern derselben seinen Ursprung. Man vermuthete dort bis in die neueste Zeit einen grofsen Binnensee, der sich auch noch auf den meisten unserer Karten findet; Alex. v. Humboldt hat indefs die Nichtexistenz desselben erwiesen. Diese Gebirgsgruppe gränzt in O. fast an die Küste des atlantischen Oceans, an die Wälder des vormals holländischen Guyana zwischen dem Rio Essequibo und dem Delta des Orinoco. Ihre Hauptrichtung ist fast rechtwinklig gegen die der Kordilleren, nämlich WNW—OSO.; sie besteht aus mehreren Parallelketten, welche durch fruchtbare Län-

Längenthäler getrennt in der angegebenen Richtung streichen. Alex. von Humboldt den Orinoco befahrend, so weit er diese Gruppe begrenzt, zählte solcher Ketten wenigstens acht, wovon die nördlichste kaum 2000 F. hoch; die südlichste dagegen die höchste ist. Der ansehnlichste Gipfel dieser Gruppe ist der Pic von Duida, 7800 F. hoch. Zwei dieser Ketten durchbricht wunderbar genug noch der Orinoco ganz nahe an ihrem äufsersten Westende, und bildet in ihm die herrlichen Katarakten von Maypures und Atures.

Die Gebirgsgruppe von Brasilien ist lange unbekannt geblieben, und wird auch gegenwärtig auf den meisten Karten noch falsch angegeben; man hatte die unrichtige Vorstellung, als hänge dieselbe von O. nach W. streichend in W. mit der Kordilleren-Kette zusammen, und nannte sie deshalb Kordillere von Chiquitos. Die Untersuchungen von Eschwege, Spix und Martius zeigen aber, dafs diese Gruppe gleich der vorigen völlig isolirt steht, und sich auf den östlichen Theil von Brasilien nahe der Küste des atlantischen Meeres beschränkt. Ihre Hauptmasse liegt zwischen 18 und 28° südl. Breite, und sie besteht, genauer betrachtet, aus mehreren Ketten, welche den Andes parallel, nämlich von SSW. nach NNO. streichen. Dieser Ketten unterscheidet Alex. v. Humboldt wesentlich drei. Die östliche (Serra do Mar) nahe dem Meere, welche der Küste parallel von Bahia an Rio Janeiro vorüber bis zu den Inseln von Santa Catarina fortstreicht (29° 30'), hat nur eine unbedeutende Erhebung (bis 3960 Fufs), und ist merkwürdig wegen ihres ununterbrochenen Laufes, welcher die Küsten Brasiliens so schön macht. Ihr in Westen folgt die Hauptkette von Villa rica, nach v. Eschwege Serra do Espinhaço; sie erreicht ihre ansehnlichste Höhe in 18—21° s. Br. in dem gold- und diamantenreichen Distrikte der Provinz Minas Geraes, welcher ein Plateau von 2000 Fufs Höhe bildet. Die

Hauptstadt dieses Distriktes, das berühmte Villa rica, liegt schon in dem Gebirge selbst, in einer Meereshöhe von 3700 Fufs. Ihre höchsten Gipfel und wahrscheinlich die höchsten Berge von ganz Brasilien sind dort der Itamba mit 5593 Fufs, und der noch viel bekanntere Berg Itacolumi mit 5400 F. Sie vermischt sich in ihrem südl. Theile mit der Kette von Rio Janeiro. Die dritte Kette endlich, in W., am meisten im Innern liegende, und deshalb nach ältern systematischen Ansichten für die höchste gehalten, ist im Gegentheile sehr unbedeutend, indem sie sich, so weit wir wissen, nur in einzelnen Gipfeln zu 2000—2500 F. erhebt. Da sich in ihr die grofsen Flufsgebiete des Amazonen-Stromes und des Rio de la Plata scheiden (R. Parana), so nennt v. Eschwege sie die Kette der Wasserscheiden, Serra dos Vertentes. Im Westen von ihr kennt man nur die einförmigen trocknen Flächen der Pampas, welche, von wilden Indianer-Stämmen bewohnt, sich bis an den Fufs der Andeskette hin auszudehnen scheinen, wahre Steppen, in welchen die Quellen-Bezirke der eben genannten grofsen Flufsgebiete kaum getrennt sind.

In Nordamerika giebt es nur ein System von Gebirgen, welches aufser Verbindung mit der Kordilleren-Kette steht. Es liegt im Osten derselben, und wird seiner Lage wegen von Alex. von Humboldt mit der Gruppe von Brasilien verglichen. Diefs ist die Kette der Alleghani's, eine sehr ansehnliche Gebirgsmasse, welche sich vom linken Ufer des Missisippi in etwa 34° nördl. Br. bis an das rechte Ufer des St. Lorenz-Stromes in Kanada ausdehnt, bis an seine Mündung in 49° n. Br. Bei einer Länge von etwa 400 geogr. Meil. läuft sie, aus mehreren Parallel-Ketten bestehend, in einer mittlern Breite von 30—40 Meilen in einer sehr scharf ausgesprochenen Längenrichtung von SW. nach NO. fort; auf eine beträchtliche Erstreckung hält sie sich in sehr bedeutender Entfernung von der Ostküste Nord-

amerika's, und erst in der Gegend von New-York, wo sie durch eine tiefe Queerspalte (das Thal des Hudson-Flusses und des Champlain-Sees) unterbrochen wird, tritt sie an die Meeresküste. Dieses Gebirge läfst sich in der Konstruktion seiner Ketten am besten mit dem Jura vergleichen, doch beträgt die mittlere Erhebung seines Kammes kaum mehr als 2700 Fufs, ohngefähr 1200 Fufs weniger als die mittlere Erhebung des Jura-Kammes. Sein höchster Gipfel, der Mount Washington in der Provinz New-Hampshire (in $44\frac{1}{2}^{0}$ nördl. Br.), steigt indefs zu 6240 F. an. Dem Gebirge in Westen liegen die ungeheuren Ebenen des Missisippi-Gebietes bis zum Ost-Abhange der Kette des Felsengebirges (Rocky Mountains) sich ausdehnend.

Diesen vier gröfseren Neben-Systemen von Amerika können wir füglich noch ein fünftes zugesellen, welches, wenn es sich gleich nicht mehr auf dem Festlande befindet, dennoch aus einem ähnlichen Gesichtspunkte, wie die andern, in Beziehung auf seine Stellung zu der Kordilleren-Kette betrachtet werden kann. Es ist diefs das Gebirge der Antillen von Cuba, Domingo, Portorico und Jamaica, welches sich in den blauen Bergen auf der letztgenannten Insel (in $18\frac{1}{2}^{0}$ nördl. Br.) bis zu 6800 F. erhebt. Die Ebenen, welche dasselbe von der Haupt-Gebirgskette Amerika's trennen, sind vom Meere bedeckt, und bilden den mexikanischen Meerbusen.

Durch die Einreihung dieser Gebirgsgruppe in das allgemeine Gebirgssystem von Amerika erhält dasselbe einen ganz merkwürdigen Charakter der Gleichförmigkeit und symmetrischen Anordnung, welcher in der That etwas Ueberraschendes hat. Wenn wir nämlich die Verbindungslinie der Andes- mit der Küstenkette von Venezuela als eine Hauptgebirgsscheide für Nord- und Südamerika ansehen, worauf sie auch durch die gröfseste Höhe und Länge unter allen Seitengebirgen Amerika's

das entschiedenste Anrecht hat, so befinden sich auf beiden Seiten derselben (nördl. und südl.) in nahe gleichen Abständen zwei isolirte Gebirgsgruppen, deren Höhe mit der Entfernung von der Hauptscheide regelmäfsig abnimmt, wir können über die Gipfel derselben förmlich eine Art von Curve ziehen, welche sich durch nachstehende Höhenwerthe bestimmen läfst.

Der Itamba . . .	5592 Fufs	($20\frac{1}{2}^0$ s. Br.)
Der Pic von Duida	7800 -	($3\frac{1}{2}^0$ s. Br.)
Die Silla di Caracas	8100 -	($10\frac{1}{2}^0$ n. Br.)
Die blue Mountains	6828 -	($18\frac{1}{2}^0$ n. Br.)
Der M. Washington	6240 -	($44\frac{1}{2}^0$ n. Br.)

Wir sehen aus Allem diesem, in wie hohem Grade Amerika in Bezug auf seine Form den Namen des symmetrischsten unter allen Erdtheilen verdiene, denn auch schon oben erschien es uns in Rücksicht auf seine Umrisse als ein wahres Musterbild für die übrigen Kontinente.

Bevor wir diesen Gegenstand ganz verlassen, ist es noch nöthig darauf aufmerksam zu machen, wie der ein fast volles Jahrhundert hindurch erhaltene Glaube, als ob der Chimborazo der höchste Punkt der Welt sey, früher noch als in Amerika durch die wissenschaftlichen Forschungen der an Entdeckungen in allen Zweigen der Naturwissenschaft so reichen letzten Decennien auch in der alten Welt völlig vernichtet wurde. Schon lange war die Aufmerksamkeit der Geographen auf die aufserordentliche Höhe des Innern von Asien gerichtet gewesen, und die Vermuthung gehegt worden, dafs diese Gegend die höchste der Erde sey, da auch auf sie alle Spuren der frühesten Bewohnung durch das Menschengeschlecht und der erste Anfang der Verbreitung unserer überall hin mitgewanderten Kulturge-

wächse zurückweisen *). — Besonders hatte der Anblick einer schneebedeckten Bergkette in Indien aus den Ebenen des Ganges-Thales, welche wenigstens in 30 geogr. Meilen Entfernung noch gesehen werden kann, die Vorstellung von einer aufserordentlichen Höhe derselben erwecken müssen, allein immer noch hatte es an Gelegenheit gefehlt, darüber genaue Beobachtungen anzustellen.

Erst im Anfange dieses Jahrhunderts, als die Besitzungen der Engländer sich immer mehr gegen das Quellenland des Ganges und des Indus hin ausbreiteten, konnte auch dieses Räthsel gelöst werden. Auf einer Gesandtschaftsreise nach Kabul, welche in den Jahren 1805—6 unter Lord Elphinstone veranstaltet wurde, kam man diesem Gebirge zuerst so nahe, dafs man es versuchen konnte, die Höhe einiger ihrer bedeutendsten Gipfel durch Abnahme von Höhenwinkeln zu bestimmen. Lieut. Macartney maafs in einer Entfernung von 25 Meilen (muthmafslich in der Ebene von Peshawer) eine Basis von 9 geogr. Meil. Länge, und wiewohl man die Höhe der Berge über dem Meere nur nach sehr unvollkommnen Annahmen bestimmen konnte, und die Winkel sehr klein, also auch sehr unsicher waren, so ergab sich doch aus diesen Beobachtungen, dafs es dort Gipfel gebe, von denen wenigstens einige der Höhe des Chimborazo gleich seyn müfsten.

Diese Nachricht veranlafste im Jahre 1808 die Sendung eines ausgezeichneten Ingenieur-Officiers, Lieutenant Webb, nach der damals noch unabhängigen Provinz Nepal, welche unmittelbar am Rande des Gebirges liegt. Er machte eine grofse Zahl von Messungen. Da indefs seine Barometer verloren gingen, war er aufser Stand gesetzt, absolute Höhenbestimmungen zu machen, und erst

*) Alex. v. Humboldt in den *Ann. de Ch. III.* 297—317. *XIV.* 5—56. — *Ann. des sc. nat. IV.* 228—253.

1815, als Nepal den Besitzungen der ostindischen Compagnie einverleibt war, liefsen sich genauere Resultate erlangen. Webb ward nun abgesandt, um eine Karte der neu erworbenen Besitzungen zu entwerfen, und er überreichte bald dem General-Gouverneur von Indien, Lord Moira, einen Bericht *), woraus hervorging, dafs dort von 27 gemessenen Schneegipfeln 20 mehr als 20000 Fufs Höhe haben. Man lernte diese mächtige Bergkette, welche den Südrand von Hochasien begrenzt, dabei zuerst genauer unter dem Namen des Himalaya kennen, eine Bezeichnung, welche von dem Sanskritischen *hima* Schnee, und *alaya* Wohnung, Aufenthalt, herkommt.

Aus Alex. von Humboldt's Darstellung der Gebirgs-Verhältnisse des Innern von Asien **) ergiebt sich, dafs dasselbe gegen Osten durch das Quellenland des Brahmaputra, einen nördlichen Theil von Awa nach China mit schneebedeckten Gipfeln bis in die Nähe des chinesischen Oceans fortsetzt. Gegen W. aber verbreitet es sich über das Hochthal von Kaschmir, bildet dann weiterhin über dem Hochlande von (Kabul, Kandahar) Persien den sogenannten Hindu-Kho (oder Hindu Kusch), steigt dann weiterhin noch am Südrande des kaspischen Meeres zu dem sehr hohen vulkanischen Demavend auf, und verliert sich zuletzt in dem armenischen Bergknoten, dem Quellenlande des Euphrat und Tigris, im Paschalik von Erzerum. Die mittlere Richtung seines ganzen Systemes ist von N. 55° W. gegen S. 55° O.

Was seinen mittleren höchsten Theil anbetrifft, so ward bald nach den ersten Arbeiten Webb's auf der indischen Seite durch das Gouvernement eine Triangulation angeordnet, welche mit den früher von Lamb-

*) *Asiatic Researches XIV.*

**) S. Poggend. Annal. XVIII. 325.

ton unternommenen Operationen im südlichen Indien in Verbindung gesetzt wurde. Diese Operation ward von den Ingenieur-Officieren Hodgson und Herbert ausgeführt; späterhin und damit gleichzeitig versuchten Webb, die Brüder Gerard, Raper, Hearsay, Fraser u. A. in das Innere des Gebirges vorzudringen. Sie suchten darin die Quellen der aus ihm hervortretenden mächtigen Ströme auf, und erreichten auch die Höhen vieler Pässe, wenngleich es ihnen nicht gelang, in die an den Scheitel der Pässe sich unmittelbar anschliefsende Hochebene von Tübet einzudringen. Wir haben indefs doch durch so viele Bemühungen diese Länder bereits sehr vollkommen kennen gelernt, und es hat sich namentlich aus den angestellten Messungen ergeben, dafs es dort Berge giebt, welche den Chimborazo noch reichlich um so viel an Höhe übertreffen, als der Montblanc vom Chimborazo an Höhe übertroffen wird, oder als der Montblanc die Gipfel der Pyrenäen übertrifft.

Als die höchsten von allen gemessenen Gipfeln hat man bis jetzt kennen gelernt:

Den Dhawalagiri (sanskritisch weifser Berg in 28° 40′ Br.) . . .	26340 F.
Den Jawahir (30° 22′ Br.)	24156 -
Den Jamautri	23927 -
Den Dhaibun	23214 -

Den Jawahir hält Alex. v. Humboldt nach ausführlichen Auseinandersetzungen für den am zuverlässigsten bestimmten Gipfel des Himalaya, wiewohl auch bei dem Dhawalagiri die zwei an ihm gemachten Messungen um nicht mehr als 450 Fufs von einander abweichen. Viele andere noch zum Theil eben so hohe Gipfel sind nicht dem Namen nach bekannt, und es hat daher die Bestimmung ihrer Höhe zum Theil zu Verwechselungen Anlafs gegeben.

Es ist wohl nicht ohne Interesse bei der erlangten

Gewifsheit über das Daseyn solcher Erhebungen über das Meer die Betrachtung hinzuzufügen, dafs uns in denselben Punkte der festen Erdoberfläche gegeben sind, welche wahrscheinlich niemals werden von Menschen erstiegen werden können. Die gröfste Höhe, welche man bisher an denselben erreichte, waren nach Kapit. Gerard etwa 17800 par. Fufs. Alex. v. Humboldt erreichte bekanntlich am Chimborazo die Höhe von 18330 Fufs, und er zweifelt nicht, dafs es wohl möglich gewesen seyn würde, die Besteigung dieses Berges zu vollenden, ohngeachtet sich hier schon sehr bedenkliche Zufälle einstellten. Gay Lussac soll sich bekanntlich bei einer Luftfahrt, den 16. Sept. 1804, bis zu 21510 Fufs aufgeschwungen haben, und wenn diefs auch die gröfseste Höhe ist, welche von Menschen bisher erweislich erreicht wurde, so ist es doch wahrscheinlich nicht die gröfseste, in welcher lebende Wesen über der Erdoberfläche zu existiren im Stande sind.

Mit den Entdeckungen dieser höchsten bekannten Gebirge der alten Welt scheint übrigens die Kenntnifs von der äufsersten Grenze der Erhebungen wirklich erreicht zu seyn, bis zu welcher einzelne Punkte der Erdoberfläche über dem Meere aufsteigen. Im Innern von Asien ist es nach den vorhandenen Berichten wohl kaum wahrscheinlich, dafs noch höhere Berge vorkommen. Noch weniger ist diefs vom Innern des jetzt immer genauer gekannten Neu-Holland zu glauben. Die einzige Gegend der Erde, in welcher vielleicht noch Höhen vorhanden seyn möchten, die mit dem Himalaya wetteifern dürften, wäre das Innere von Afrika. Dort ist uns in den Umgebungen des Aequator ein Landstrich von 30 Breitengraden oder 450 geogr. Meil. Br. noch völlig unbekannt, und alle vorläufigen Sagen stimmen darin überein, dafs daselbst etwa unter 5 bis 10° n. Br. ein hohes Gebirge liege, welches gewöhnlich Al

Komri genannt wird, und mit dem Lupata-Gebirge (der sogenannten Spina mundi) in Guinea zusammenhängen soll. In ihm sollen nach Nasir Eddin de Tous mächtige Gipfel mit ewigem Schnee bedeckt vorkommen, und diese Angabe berechtigt allerdings, bei Berücksichtigung der aufserordentlich hohen Temperatur, welche die Wüstenflächen im Innern Afrika's besitzen, zu der Vermuthung, dafs die Höhen sehr grofs seyen. Wenn sich die Angabe bestätigt, müfsten die Gipfel wenigstens dem Chimborazo an Höhe gleich kommen, da dieser in der Aequatorial-Zone des ungleich kälteren Amerika etwa noch 5000 F. unter seinem Gipfel mit Schnee bedeckt ist.

Hier möchte übrigens die Bemerkung eine schickliche Stelle finden, dafs die Lage der höchsten Punkte unabhängig von der geographischen Breite zu seyn scheint, wogegen man früher die höchsten Berge als um den Aequator angehäuft annahm, aus leicht zu enträthselnden Gründen, wozu namentlich die älteren Messungen des Chimborazo eine sehr ausgezeichnete Bestätigung darzubieten schienen.

Unter den Erscheinungen, welche mit den Erhebungen der Berge in unmittelbarer Verbindung stehen, ist keine merkwürdiger und den Charakter der Gebirgswelt bezeichnender, als die des ewigen Schnees in derselben.

Dafs auf den Gipfeln und einem mehr oder minder bedeutenden Theile der Abhänge der höchsten Gebirge während des Wechsels der Jahreszeiten der Schnee nicht mehr wegschmilzt, und dafs diese Gegenden daher das ganze Jahr hindurch mit weifser Färbung glänzen, ist eine eben so bekannte, als für das Ansehen gröfserer Gebirge charakteristische Erscheinung, welche schon sehr früh die Aufmerksamkeit der Naturforscher beschäftigt hat. Es ist sehr natürlich, den wesentlichen Grund dieser Erscheinung in der das ganze Jahr hindurch stattfindenden niedrigen Temperatur der höheren Regionen des Bodens und der Atmosphäre zu suchen, und da dieselbe auch durch Beobachtungen bestätigt wird, so handelt es sich nur darum, die Ursachen dieser letzteren aufzufinden.

Unter den neueren Naturforschern, welche sich mit der Lösung dieses merkwürdigen Problems beschäftigt haben, sind die ersten Bouguer, Lambert und De Luc. Die Letzteren gingen indefs bei ihren Untersuchungen von rein hypothetischen, auf die Materialität des Feuers gegründeten Ansichten aus; sie nahmen an, dafs die alle Körper durchdringenden Feuertheilchen in den höheren Regionen der Atmosphäre einen höheren Grad von Expansiv-Kraft erreichten, und daher schneller an den Lufttheilchen vorübereilten, sie also nicht so bedeutend erwärmen könnten, als unten, wo sie sich langsamer bewegen. Nur allein Bouguer ging richtiger zu Werke, indem er annahm, dafs doch die Erwärmung der Erdoberfläche wie der Atmosphäre allein, oder wenigstens der Hauptsache nach, von den Wirkungen der Sonnenstrahlen ausgehe. Er untersuchte, welche Schwächung

diese Strahlen bei ihrem Durchgange durch die Atmosphäre erleiden, und folgerte, dafs sie in den oberen, lockeren Luftschichten der Atmosphäre leichter und schneller durchgelassen würden, daher nicht so viel Zeit zur Erwärmung der Atmosphäre behielten, als unten.

Der Erste indefs, welcher diesen Gegenstand gründlich behandelte, war der grofse H. B. Saussure *). Aufmerksam gemacht durch die Ideen Bouguer's, untersuchte er zuerst die Frage, ob die Sonnenstrahlen in höheren Regionen denn auch wirklich dieselbe erwärmende Kraft als unten haben. Er fand zunächst, dafs die erhitzende und Verbrennung erzeugende Kraft der Brenngläser und Brennspiegel auf den Höhen, welche er besuchte, überall gleich grofs sey; er versah sich mit einem Brennglase, welches nur grofs genug war, um so eben Feuerschwamm zu entzünden, versuchte dasselbe in Genf und auf dem Salève, und fand die Wirkungen gleich. Diefs war ein Versuch, welchen er schon in seinem 15ten Jahre anstellte.

Später erläuterte er dieses Verhältnifs auf eine wissenschaftlichere Weise, indem er sich zur Ansammlung der Sonnenwärme, ein Instrument verfertigte, bestehend aus einem Kasten, welcher ein Thermometer enthielt, auf drei Seiten mit geschwärztem Kork ausgefuttert, und auf der vierten, der Sonne zugewandten Seite, durch eine recht klare Glasplatte luftdicht verschlossen war. Diefs Instrument nannte er Heliothermometer. Um mit demselben vergleichende Versuche zu machen, begab er sich damit (im Juli 1774) in das Montblancgebirge nach Courmayeur, und auf den 4662 Fufs über Courmayeur emporsteigenden Cramont. Hier erwärmte er sein Instrument zuerst langsam bis 50° R., dann aber setzte er es in bestimmter Stellung eine Stunde lang den Sonnenstrahlen aus. Am Ende desselben war das Ther-

*) Alpenreisen, deutsch IV. 89. Journ. de Ph. 1784. No. 108.

mometer im Kasten auf 70° gestiegen; ein aufserhalb am Kästchen auf geschwärzten Kork gelegtes Thermometer zeigte 21° R.; ein drittes in freier Luft, mit freier Kugel den Sonnenstrahlen ausgesetzt, erhob sich dagegen nur auf 5°. Am andern Tage wiederholte er diesen Versuch bei Courmayeur auf einer freien Wiese zu derselben Tageszeit und genau unter denselben Bedingungen. Jetzt erreichte das Thermometer im Kasten nur 69° R., das auswendig am Kästchen befestigte aber stieg schon auf 27°, und das in freier Luft aufgehängte auf 19° R.

Die Entstehung dieser Resultate ist im Ganzen nicht schwer einzusehen, und sie werfen zugleich ein Licht auf die Ursache der niederen Temperatur in bedeutenderen Erhebungen. Indem nämlich die Sonnenstrahlen in das mit geschwärzten Wänden umgebene Kästchen fallen, werden sie von denselben verschluckt und in dunkle Wärme verwandelt. Diese Wärme aber kann nicht durch Strahlung entweichen, da die Glasplatte sie daran verhindert; sie theilt sich daher zunächst der im Kästchen eingeschlossenen Luft mit, und diese wirkt insbesondre auf's Thermometer. Wäre die Luft nicht fest eingeschlossen, so würde sie, durch die Erwärmung leichter geworden, in die Höhe steigen, die umgebende bedeutend kältere Luft würde zum Ersatz stets an ihre Stelle treten, und das Thermometer sich daher nicht so stark erwärmen. Diese Bedingungen sind oben und unten stets dieselben, wohl aber ändern sich die Umstände, wenn wir diese Erscheinungen auf die Verhältnisse der oberen Schichten der Atmosphäre anzuwenden suchen.

Nehmen wir nämlich zur Erläuterung an, die Erde sey rings umher mit einer vollkommen durchsichtigen, überall gleich dichten und in allen ihren Theilen unbeweglichen Atmosphäre umgeben, so werden natürlich die Sonnenstrahlen ungeschwächt auf ihre Oberfläche gelangen. Sie werden von derselben (als von einem undurchsichtigen Körper) vernichtet und in dunkle Wärme verwandelt werden, die Wärme wird daher sich an der Erd-

oberfläche anhäufen, und durch Strahlung sowohl als durch direkte Mittheilung wird sie sich auf die umgebende Atmosphäre verpflanzen. Diese dadurch entstehende Erwärmung wird aber vorzugsweise und fast allein nur die untern Theile der Atmosphäre treffen, und sich den obern nur sehr unvollkommen mittheilen, da die strahlende Wärme während ihres Durchganges durch die Luft in derselben Widerstand findet, und die Mittheilung natürlich sich schwächt, je weiter wir uns von der Quelle derselben (hier die Erdoberfläche) entfernen. Es wird also schon in diesem Falle die Temperatur mit der Entfernung von der Erdoberfläche abnehmen müssen.

Dieſs Verhältniſs indeſs wird sich ändern durch die in der Natur von den hier vorausgesetzten bedeutend verschiedenen Bedingungen. Es zeigt sich nämlich schon bei oberflächlichen Untersuchungen, daſs zunächst unsere Atmosphäre keinesweges absolut durchsichtig sey. Schon bei ganz heiterm Himmel setzt sie dem Durchgange der Sonnenstrahlen bedeutende Schwierigkeiten entgegen, und aus Bouguer's photometrischen Versuchen *) geht hervor, daſs selbst bei klarem Wetter nahe ein Drittel der senkrecht auf die Atmosphäre fallenden Sonnenstrahlen während ihres Durchganges durch dieselbe verschwindet. Es wird also eine direkte Erwärmung der Atmosphäre durch die durchgehenden und darin bleibenden Sonnenstrahlen statt finden, diese wird aber in den Theilen derselben besonders stark ausfallen, in welchen die Durchsichtigkeit der Luft am geringsten ist, und dieſs sind nun wieder die untern Schichten, denn uns Allen ist bekannt, daſs die Atmosphäre in höheren Gegenden der Erde viel klarer und durchsichtiger ist, als in tieferen, wo sie mit Staubtheilchen und ganz besonders mit Dunstbläschen (Wasserdämpfen) erfüllt ist, welche die höheren und höchsten Regionen stets in weit geringerem Maaſse erreichen. Daher denn die bekannte Erfahrung,

*) *Optica, p.* 174.

dafs man nicht nur auf Gebirgen entfernte Punkte viel klarer als in den Ebenen sieht, sondern auch den Himmel, welcher unten nur ein mattes Blau darbietet, mit weit intensiv blauer, ja fast schwarzer Farbe erblickt.

Es ist aber noch eine dritte Ursache zur vorzugsweise gröfsern Erwärmung der untern Luftschichten vorhanden, nämlich ihre gröfsere Dichtigkeit in Bezug auf die oberen Schichten. Dichte Körper werden nämlich durch gleiche Mengen darauf fallenden Lichtes immer stärker erwärmt als lockerere, und zwar geht die Erwärmungsfähigkeit, nach einem bekannten physikalischen Gesetze, den Dichtigkeits-Verhältnissen der Atmosphäre parallel.

Bei diesen drei Ursachen, welche eine gröfsere Erwärmung der untern Luftschichten nothwendig machen, würde unstreitig die Abnahme der Temperatur in den höheren Theilen der Atmosphäre ungemein schnell seyn, weit rascher als wir sie wahrnehmen wenn nicht der Luft eine allen Gasarten gemeinsame Eigenschaft zukäme, ich meine die Beweglichkeit ihrer Theilchen. Vermöge dieser werden die unten erwärmten und dadurch ausgedehnten Lufttheile in die höheren Regionen aufsteigen und diese erwärmen, die kältern werden dagegen zum Ersatz des dadurch entstehenden Mangels neben ihnen niedersinken und sich unten wieder erwärmen, und wenn auch durch diese Bewegung kein vollkommenes Gleichgewicht entstehen kann, in welchem die Temperaturen sich ausgleichen, da die stärkste Wärmequelle unten ununterbrochen fortdauert, so wird doch dieser Umstand sehr zur Ausgleichung und Vermittelung des grofsen Temperatur-Gegensatzes in den unteren Theilen der Atmosphäre mit beitragen, ja er würde es unstreitig in noch viel höherem Maafse thun, wenn nicht durch die beim Aufsteigen zunehmende Verdünnung der Luft wieder viel Wärme gebunden würde.

Es ist nämlich eine bekannte Erfahrung, dafs, wenn

eine gegebene Luftmasse plötzlich auf ein gröfseres Volumen gebracht oder verdünnt wird, eben so plötzlich eine leicht wahrnehmbare Kälte entsteht. Um im verdünnteren Zustande zu bestehen, mufs die Luft eine gröfsere Quantität Wärme in sich aufnehmen, und sie latent (das heifst für das Thermometer nicht wahrnehmbar) machen, eben so wie bei ihrer Zusammendrückung, bei ihrer Uebertragung auf ein geringeres Volumen eine eben so grofse Wärmequantität wieder frei wird. Wenn daher erwärmte Luftschichten in die Höhe steigen, und durch den Einflufs des mit der Höhe stets abnehmenden Druckes verdünnt werden, so werden sie dazu eine gröfsere Menge gebundener Wärme brauchen, sie werden daher einen grofsen Theil der von ihnen mitgebrachten Wärme selbst verschlucken, und daher nicht mehr so viel an ihre kalten Umgebungen abgeben können.

Diese angegebenen Umstände werden genügen, um die Abnahme der Temperatur mit der Entfernung von der Erdoberfläche begreiflich zu machen. Je mehr wir uns in der Atmosphäre erheben, desto kleiner sind die immer vereinzelter hervorragenden Theile der festen Erdmasse, desto isolirter und an Masse geringer werden die Kämme und die darüber hervorragenden Gipfel der Gebirge, und wenn es gleich wahr ist, dafs die Sonne in den höheren Theilen der Atmosphäre in Bezug auf Erwärmung der Körper viel energischer wirkt als in der Tiefe, so reichen doch die wenigen mit der Atmosphäre hier in Berührung tretenden erhitzten Punkte keineswegs hin, eine im Allgemeinen merkliche Temperatur-Erhöhung hervorzubringen.

Dafs die Sonnenhitze in höheren Regionen energischer wirkt als in dem tiefer gelegenen Lande, ist eine allen Gebirgsreisenden sehr wohl bekannte Thatsache; insbesondere macht darauf Saussure aufmerksam *), in-

*) *Voy. IV.* 118. §. 936.

dem er sagt, dafs er auf Reisen durch mit Schnee und Eis erfüllte Hochgebirgsthäler eine fast erstickende Hitze ausgestanden habe, wenn die Sonne an hellen stillen Tagen ihre Strahlen dahin warf. Diese Erscheinung ist im Grunde ganz natürlich, da die Sonnenstrahlen in der höheren sehr durchsichtigen Luft fast ungeschwächt auf die Gegenstände an der Oberfläche fallen; indefs erstreckt sich ihr Einflufs immer nur auf eng umschriebene, stark beschienene Oertlichkeiten; die umgebende Luft bleibt kalt, und daher empfindet man denn, wie uns alle Bergreisende erzählen, in solchen Gegenden eine schneidende Kälte, sobald man aus der Sonne in den Schatten tritt. Der schnelle Wechsel macht natürlich diesen Eindruck nur um so empfindlicher, indefs wissen wir auch durch direkte Beobachtungen von Sabine (auf Jamaika, s. *Account of experiments to determine the fig. of the earth p.* 507, und Gehler's Wörterb. III. 1045), dafs der Unterschied zwischen den Temperaturen im Schatten und im Sonnenscheine auf Bergen (in 4080 F. engl.) weit gröfser ist als am Meeresufer. Die von der Sonne stark erhitzten Theile der Berge strahlen zugleich in der dünnern Luft bei Nachtzeit ihre Wärme sehr viel stärker aus als in der Tiefe. Wenn auf hohen Bergen der Boden stark erwärmt wird, so kann die erwärmte Luft weit leichter in die Höhe steigen, und kalte dafür viel schneller und leichter als in ebenen Gegenden herabsinken; ja je steiler ein Berg ist, desto leichter wird dieser Wechsel stattfinden, und diefs ist denn auch ganz insbesondere den Erfahrungen von Saussure gemäfs. Je steiler ein Berg ist, desto schneller nimmt an ihm die Temperatur mit der Höhe ab, je zerrissener die Oberfläche, je steiler die Wände ansteigen, desto gröfser wird der Gegensatz zwischen der Temperatur der von der Sonne beschienenen und der im Schatten liegenden Theile seyn (s. Kämtz Meteorologie II. 158.). Schnelles Zuströmen der Luft von einem Theile zum andern bringt Win-

Winde hervor, und so sagt denn auch Saussure schon, dafs sich oft, wenn man auf Bergen von Hitze leide, ein Wind erhebe, der, obwohl nur schwach, doch sogleich Kälte bringe, weil er aus den freien, vom Berge entfernten Gegenden Lüfte herbeiführt, die durch die direkten Sonnenstrahlen, oder durch Mischung mit einigen aus den tiefen Ebenen bis da heraufgestiegenen Luftschichten nur höchst wenig erwärmt wurden. In gleicher Weise kennen die Alpenbewohner sehr wohl jene von Ebel beschriebenen kalten Luftströme, welche in den ersten Theilen der Sommernächte gewöhnlich durch die Hochgebirgsthäler in die Tiefe stürzen.

Da nun die mit der Höhe abnehmende Temperatur der Atmosphäre, wie wir gesehen, von ihrer abnehmenden Dichtigkeit, von der Durchsichtigkeit, und von dem Gesetze, nach welchem die Sonnenstrahlen geschwächt werden, abhängt, so ist natürlich zu vermuthen, dafs sich auch in dieser Temperatur-Abnahme irgend ein Gesetz zeigen werde. Um dasselbe zu ermitteln, hat man in verschiedenen Gegenden der Erde, und in verschiedenen, sehr bedeutenden Höhen über dem Meere Thermometer-Beobachtungen angestellt, und dadurch für die Höhe, welche einer mittleren Wärme-Abnahme von 1° C. entspricht, eine Reihe von Werthen erhalten, deren zuverlässigste folgende sind:

In den Aequatorial-Regionen des neuen Kontinents, mit Hinzuziehung des Pic von Teneriffa, nach Alex. v. Humboldt's Beobachtungen . . . . 98 Tois. od. 588 p. F.

Die einzelnen Beobachtungen schwankten von 93,1 bis 103,6 Tois.

In der Breite von Paris, nach Gay-Lussac's Beobachtungen, bei seiner am 19. Sep-

tember 1804 unternommenen Luftfahrt . . . . . 95,8 Tois. od. 574,8 p. F.

Es betrug nämlich die Temperatur unten 30°,8 C., oben, in 2889,4 T. (17336,4 F.) Höhe dagegen 0°, und in der gröfsten Höhe, die er erreichte (3579,9 T. od. 21479,4 paris. Fufs), sogar — 9°,38 C.

In den Schweizer Alpen, nach Saussure's Beobachtungen und sechsjährigen vergleichenden auf dem St. Bernhard und zu Genf . . . . . 92 - od. 552,0 -

Im Kaukasus, nach Parrot und Engelhardt's Beobachtungen . . . . . 91,1 - od. 546,6 -

Aus diesen Angaben also folgt, dafs man sich, damit die Temperatur 1° C. sinke, im Mittel ungefähr 90 bis 100 Tois. (540 bis 600 Fufs) erheben müsse. Indefs ist diefs nur ein sehr unsicherer annähernder Werth, und neuere Untersuchungen haben gelehrt, dafs wir noch sehr weit davon entfernt sind, das wahre Gesetz der Temperatur-Abnahme nach der Höhe zu kennen. So ist es gewifs, dafs, wenn wir höher steigen, diese Gröfse für 1° C. Temperatur-Abnahme sich nicht gleich bleibt, sondern mit der Höhenzunahme immer mehr und mehr zunimmt, aller Wahrscheinlichkeit nach in Folge des mit der Höhe abnehmenden Drucks in der Atmosphäre. Hierauf hat zuerst v. Zach *) aufmerksam gemacht, und z. B. aus Vergleichung der Beobachtungen Alex. v. Humboldt's gefunden, dafs, wenn man in niedern Gegenden nur 600 F. zu steigen braucht, um 1° Temperatur-Abnahme zu erhalten, man sich in etwa 9- bis 10000 Fufs

*) Monatliche Korrespondenz XXI, 105.

Höhe schon um 123,7 Tois. (742,2 F.) erheben mufs, um eine gleiche Wärme-Abnahme zu erlangen.

In den Klimaten unserer Zone ferner, wo die Temperaturen in den untern Luftschichten nach den verschiedenen Jahreszeiten sehr verschieden sind, ist auch die Temperatur-Abnahme mit der Höhe zu diesen Zeiten sehr abweichend, und es ist eine mehrfach bestätigte Beobachtung, dafs im Sommer die Temperatur mit der Höhe sehr viel schneller abnimmt, als im Winter. So fand z. B. Saussure in den Alpen im Sommer für 1° C. Abnahme 80 Tois. (480 F.), im Winter dagegen 94,4 Tois. (566,4 F.); Horner fand im Sommer auf dem Rigi für 1° C. gar nur 77,6 Tois. (465,6 F.), und ähnliche Resultate erhielten andere Naturforscher, z. B. Schouw am Aetna, Ramond in den Pyrenäen, d'Aubuisson in der Schweiz. Es scheint diefs daher zu kommen, dafs im Sommer bei gröfserer Heiterkeit und Durchsichtigkeit der Luft mehr Lichtstrahlen zum Boden gelangen, und also die untern Luftschichten stärker erwärmen, während zugleich in der oberen Atmosphäre der Verlust durch Wärmestrahlung sehr grofs ist; deshalb nimmt die Temperatur dann schnell ab. Im Winter, Herbst und Frühling dagegen lagern sich meist in gewissen Höhen Wolkenschichten an den Bergen, und indem diese weniger Lichtstrahlen zur Erde gelangen lassen, erwärmen sie schon die ihnen nahe liegenden Theile der Atmosphäre; von dem erwärmten Boden aber kann, dieser Wolkenschicht wegen, keine Wärme in den freien Himmelsraum ausstrahlen und verloren gehen, es wird daher die Temperatur-Abnahme in die Atmosphäre langsamer, aber auch unregelmäfsiger erfolgen.

Ganz derselbe Einflufs zeigt sich bei uns sogar in der Abnahme der Temperatur nach den Tageszeiten, und so hat z. B. schon Saussure nach 16tägigen Beobachtungen auf dem Col du Géant (in 10578 F. Höhe) in Vergleich mit Genf gefunden, dafs die Temperatur zu

den Tagesstunden der gröfsesten Wärme am raschesten, zur Zeit des Sonnenaufganges dagegen am langsamsten abnimmt. Um 2 Uhr Nachmittag brauchte man dort nur 71,8 T. (430,8 F.) für 1° C. Temperatur-Abnahme zu steigen, um 4—5 Uhr Morgens dagegen betrug diese Höhe bereits 107,7 T. (646,2 F.), also ein Unterschied von = 215,4 F.

Es ist daher keinesweges gleichgültig, zu welcher Tages- und Jahreszeit in unseren Klimaten die Beobachtungen zur Bestimmung dieser Gröfse angestellt wurden, und selbst in den Aequatorial-Gegenden möchten diese Quellen von Ungenauigkeiten nicht völlig wegfallen. Ueberdiefs bleibt noch eine Menge anderer Schwierigkeiten übrig, welche die Darlegung eines allgemein gültigen Gesetzes für die Abnahme der Temperatur mit der Höhe verhindern, und zum Theil ihren Grund haben in dem mechanischen Widerstande, den das Aufsteigen warmer, das Niedersteigen kalter Luftströme findet, in der lokalen Vertheiluug für die Erwärmung besonders empfänglicher Theile des Bodens, in Winden, welche kalte und warme Theile der Atmosphäre verschiedentlich unregelmäfsig mischen u. s. w. Diese Schwierigkeiten sind von Kämtz *) vortrefflich dargestellt und beleuchtet worden.

Aus den Gesetzen der Vertheilung der Temperatur nach den Jahreszeiten ergiebt sich, dafs, wenn in regelmäfsigen Jahren nach der Mitte des Januar die Wärme sich hebt, der Schnee in der Tiefe allmälig wegschmilzt, während dieser Zeit aber auf höheren Bergen der wässrige Niederschlag noch in fester Gestalt als Schnee aus der Atmosphäre niederfällt. So wie die Wärme der Luft mit der Sonnenhöhe wächst, steigt die untere Grenze des Schnees an den Bergen immer höher und höher; sie erreicht ihr Maximum der Erhebung zur Zeit der grö-

*) Lehrbuch der Meteorologie II, 156.

fsesten Hitze, im Juli und August; späterhin ist die Wärme der Luft nicht mehr im Stande, den oben frischgefallenen Schnee wegzuschmelzen, die Schneelinie sinkt tiefer nach und nach gegen die Ebene. Jene gröfseste Höhe aber, bei welcher der Schnee selbst zur heifsesten Zeit im Jahre nicht mehr schmolz, ist es, welche wir gewöhnlich mit dem Namen der Schneegrenze bezeichnen.

Die Temperatur, bei welcher der Schnee nicht mehr schmilzt, ist der Gefrierpunkt, der Nullpunkt der Reaumurschen und der hunderttheiligen Thermometerskale. Wo daher das ganze Jahr hindurch die Temperatur diese Grenze nicht übersteigt, wird der ewige Schnee seinen Anfang nehmen. Die Höhe über dem Meere, bei welcher diese Erscheinung eintritt, wird aber natürlich in den verschiedenen Theilen der Erde nicht gleich seyn, denn je gröfser an der Meeresküste oder in den tieferen Gegenden die Temperatur in der heifsen Jahreszeit wird, desto höher wird man steigen müssen, um sie bis zum Gefrierpunkt oder seiner Nähe erniedrigt zu sehen. Daraus folgt nun, dafs die Schneegrenze an Bergen immer höher liegen wird, je heifser das Klima der Breite ist, in welcher diese Berge sich befinden; sie wird in regelmäfsigen Verhältnissen unter dem Aequator am höchsten liegen, mit wachsenden Breiten immer weiter herabsinken, und da, wo selbst am Meeresspiegel das ganze Jahr hindurch Eis und Schnee nicht mehr wegschmelzen, unter 81 — 82° n. Br., wird sie die Erdoberfläche berühren. Abgesehen von allen störenden Verhältnissen wird also die Schneegrenze über der ganzen Erdkugel eine sphäroidische Fläche bilden, welche stärker als das Erdsphäroid gewölbt ist, unter dem Aequator am weitesten von ihm absteht, nach den Polen hin ihm immer näher kommt, und endlich in dasselbe einschneidet.

Alex. v. Humboldt, welcher diesem Gegenstande eine ganz besondere Aufmerksamkeit widmete (*Ann. de Ch. XIV. p.* 21 *sq.*), hat indefs erwiesen, dafs eine

Schneegrenze, von der Gestalt einer so regelmäfsig über die Erdoberfläche konstruirten krummen Fläche in der Natur nicht gefunden wird. Es ist nämlich, wie besonders die umfassenden Arbeiten dieses Naturforschers gezeigt haben, die Wärme-Abnahme auf dem Festlande vom Aequator nach den Polen hin im Allgemeinen keineswegs so gleichförmig fortschreitend, wie sie der Theorie nach seyn sollte. Um diefs beurtheilen zu können, ist es nöthig, für die Temperatur, welche verschiedenen Orten auf der Erdoberfläche zu Theil wird, einen möglichst einfachen, leicht vergleichbaren Ausdruck in bestimmten Zahlenwerthen zu suchen, und diesen finden wir, wenn wir an einem Orte in möglichst verschiedenen Jahres- und Tageszeiten Thermometer-Beobachtungen anstellen, wenn wir dann die dadurch für verschiedene Zeiten erhaltenen Temperaturen summiren, und die so erhaltene Summe mit der Zahl der Beobachtungen dividiren. Wir erhalten alsdann eine Zahl, welche die mittlere Temperatur angiebt, welche einem jeden Orte durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen zu Theil wird, oder diejenige Temperatur, welche an demselben immer stattfinden würde, wenn die Wärme gleichförmig das ganze Jahr hindurch an ihm vertheilt wäre. Durch solche Mittelzahlen, für möglichst verschiedene Orte berechnet, kann man die Art der Vertheilung der Wärme an der Erdoberfläche, ihr Ab- oder Zunehmen vom Aequator nach den Polen oder von O. nach W. wenigstens ihren allgemeinsten Verhältnissen nach mit Sicherheit ausdrücken, und diefs hat zuerst Alex. v. Humboldt in einem ungleich gröfseren Maafsstabe als irgend Jemand vor ihm gethan. Er war es, welcher die genauer angebbaren Mitteltemperaturen möglichst vieler Orte der Erdoberfläche kritisch zusammenstellte; ja er ging noch weiter: er verband nämlich auf einer Weltkarte die Orte, welchen eine gleiche Mitteltemperatur zukommt, durch Linien, welche er mit Recht Linien gleicher Wärme oder isothermi-

sche Linien nannte, und hiebei nur zuerst konnte es deutlich hervortreten, ob die Abnahme der Wärme von dem Aequator nach den Polen hin gleichförmig oder nach irgend einem andern ausdrückbaren Gesetze stattfinde.

Betrachtet man nun aber die isothermischen Linien auch nur ganz flüchtig, so zeigt es sich sogleich, dafs sie eine doppelte Krümmung besitzen; sie steigen nämlich in dem mittleren Meridiane von Europa (der durch Italien und Deutschland nach Norwegen fortsetzt) am höchsten gegen den Pol auf, erniedrigen sich von uns aus in W., oder rücken dem Aequator näher, an der Europa gegenüberliegenden Ostküste von Amerika, bilden dann wieder einen weniger hoch gegen dem Pol hinaufgerückten Scheitel an der Westküste von Nordamerika, senken sich von Neuem an der gegenüberliegenden Ostküste von Asien, und steigen von dort wieder nach Europa hinauf.

Diesen Gesetzen der Wärme-Vertheilung gemäfs aber mufs natürlich auch die Höhe der ewigen Schneegrenze in den verschiedenen Theilen der Erde sich heben oder senken, und nur allein in der Nähe des Aequators, wo die Isothermen mit den Parallelkreisen beinahe zusammenfallen, wo eine gröfsere Regelmäfsigkeit in der Wärmevertheilung stattfindet, wird sie gleichförmiger erscheinen.

Es kommt nach Alex. v. Humboldt's Betrachtungen nicht ausschliefslich auf die durch die mittlere Temperatur angedeutete Wärmemenge, welche einem Orte an der Erdoberfläche zugetheilt ist, sondern auch auf die Vertheilung dieser Wärmemenge nach den Jahreszeiten an. Es kommen nämlich in dieser Beziehung mannigfaltige Unregelmäfsigkeiten vor. Denn es giebt Orte auf der Erde, in welchen die Temperatur sich das ganze Jahr hindurch sehr nahe gleich bleibt, oder in welchen der Unterschied zwischen den Wintern und Sommern nur sehr unbedeutend ist, und diefs trifft ins-

besondere solche Lagen, in welchen die Atmosphäre sehr mit Feuchtigkeit erfüllt ist (welche dem Einflufs der von grofsen Meeren kommenden Winden ausgesetzt sind); an solchen Orten giebt es zwar keine strengen Winter, und viele Gewächse gedeihen an ihnen, weil sie nicht von den Winterfrösten zerstört werden, dagegen freilich aber erreicht auch der Sommer keinen bedeutend hohen Wärmegrad, und es kann so vorkommen, wie z. B. an den Küsten von Cornwall, dafs südliche Pflanzen, wie Myrten, Lorbeer, Cypressen und selbst Orangen, noch im Freien ausdauern, wo dennoch die Aepfel kaum reif werden, und keine Traube gedeiht. Tiefer im Innern der Kontinente dagegen, wo die Feuchtigkeit nicht das Aufprellen der Sonnenstrahlen verhindert, wird sich die Hitze im Sommer zu einer aufserordentlichen Höhe steigern; da im Winter indefs die Strahlung durch die trokkene Atmosphäre nicht verhindert wird, mufs die Kälte wieder einen sehr hohen Grad erreichen.

Alex. v. Humboldt hat es daher für nöthig gehalten, aufser den allgemeinen Isothermen, Linien für die Orte gleicher Sommerwärme und gleicher Winterkälte zu konstruiren, welche er isotherische und isochimenische Linien nannte (von θέρος, Sommer, und χειμών, Winter). Sie schneiden die Isothermen auf eine mannigfaltige Weise, und ihr Einflufs auf die Höhe der Schneegrenze wird natürlich von grofser Bedeutung seyn müssen. Denn die Höhe, in welcher der Schnee nicht mehr wegschmilzt, hängt begreiflich von der Gröfse der Hitze ab, welche diese Gegenden im Sommer erreichen. Da indefs grofser Sommerhitze auch immer grofse Winterkälte und Trockenheit der Atmosphäre entgegensteht, so wirkt dieser Umstand noch mit auf die gröfsere Höhe der Schneegrenze, denn bei grofser Kälte und Trockenheit fällt nicht viel Schnee (bei mehr als — 10° Kälte ist ein Schneefall überhaupt wohl unerhört), und es wird

der gröfseren Sommerhitze daher noch leichter, den im Winter gefallenen Schnee wegzuschmelzen; in milden Wintern und feuchter Luft aber schneit es sehr stark, und nun folgen den milden Wintern kühle Sommer, es wird daher der Schnee hier in tiefer liegenden Gegenden nicht mehr wegschmelzen können.

Als Beispiel für dieses merkwürdige Verhältnifs, wenn freilich immer in kleinem Maafsstabe, kann der genaueren Beobachtungen wegen besonders die skandinavische Bergkette dienen. Von S. nach N. streichend, und an der Westküste in Norwegen von ihrer ganzen Höhe schnell abfallend, hält sie die von den in diesen Breiten stets herrschenden Westwinden auf das Land getragenen Wasserdämpfe an der norwegischen Küste zurück. Hier herrschen daher stets Nebel; dafür aber ist das Klima im Ganzen für die hohen Breiten sehr mild, und viele Gewächse gedeihen hier wunderbar weit nördlich, da die Winter sehr milde sind; doch ist auch der Sommer nicht heifs. Umgekehrt dagegen verhält es sich an der Ostseite der Bergkette mit den Orten, welche an der Küste von Schweden liegen. Nach den von Kämtz *) berechneten genauen Beobachtungen zeigt sich

zu Söndmör an der Westküste von Norwegen in 62° 30′ Br. (mittlere Temperatur des Jahres + 5,28° C.)

die mittlere Temperatur des Sommers	. . . . . = + 13,35	. . . . Juli	+ 14,3
die mittlere Temperatur des Winters	. . . . . = — 2,72	. Januar	= — 4,5
Unterschied	. . + 16,07		

zu Umeå an der Ostküste 63° 50′ (mittlere Temperatur des Jahres = + 1,90).

*) Meteorologie II, Tafeln zu p. 58.

die mittlere Temperatur des
Sommers . . . . . = +14,19 . . Juli = +16,3
die mittlere Temperatur des
Winters . . . . . = −10,46 . Januar = −11,1
Unterschied . . +24,65

Eben so zeigt sich weiter südlich:
zu Bergen in 60° 24′ an der Westküste (Mittel des Jahres 8,18; Berlin hat nur 7,9° C.)
die mittlere Temperatur des
Sommers . . . . . = +14,76 . . Juli = +16,0
die mittlere Temperatur des
Winters . . . . . = + 2,20 . Januar = + 1,2
Unterschied . . +12,56
zu Stockholm 59° 21′ an der Ostküste (Mittel des Jahres 5,64° C.)
die mittlere Temperatur des
Sommers . . . . . = +16,30 . . Juli = +17,6
die mittlere Temperatur des
Winters . . . . . = − 3,67 . Januar = − 4,6
Unterschied . . = +19,97

Der Erfolg aber für die Höhe der Schneegrenze ist gerade der umgekehrte von dem, welchen man bei oberflächlicher Ansicht hätte erwarten sollen. Nach den genauen Beobachtungen von Wahlenberg nämlich:
liegt in den lappländischen Alpen die Schneegrenze (67° Br.)
auf der norwegischen
Seite in . . . . . 516 T. = 3096 F. Meereshöhe
auf der schwedischen
Seite in . . . . . 643 T. = 3858 F. -
Unterschied . . = 762 F.

Nach den Beobachtungen ferner von Schouw und Smith liegt die Schneegrenze

im Stift Bergen auf
der norwegischen Seite in 800 T. =4800 F. Meereshöhe
in Tellemarken auf
dem Ostabhange d. Geb. 916 T. =5496 F. -
Unterschied . . 696 Fuſs.

Ein etwas ähnliches, wenn gleich abgeändertes Verhältniſs (da die Lage der Küste gegen die Berge gerade umgekehrt ist), zeigt sich auch auf den entgegengesetzten Seiten der Alleghani-Kette in Nordamerika *). Dort ist aber die Wirkung davon auf die Höhe der Schneegrenze nicht wahrnehmbar. Sehr ähnlich dagegen sind die Verhältnisse der Kordillera-Kette in Chili; dort liegt nach Pentland's Bemerkungen die Schneegrenze an der Ostseite des Gebirges beträchtlich höher als an der Westseite, wenn gleich noch genauere Angaben darüber fehlen **).

Man unterscheidet die hier angegebenen Grund-Verschiedenheiten der klimatischen Verhältnisse durch die Bezeichnungen von Land- und See- oder besser Kontinental- und Küsten-Klimaten. Den wichtigen Einfluſs derselben auf die Vertheilung der Vegetations-Grenzen werden wir später betrachten, ihr Einfluſs auf die Schneegrenze aber zeigt sich ganz besonders bis zum Uebermaaſs gesteigert an den Erscheinungen, welche im Innern des russischen Reiches vorkommen. Dort z. B. hat Moskau (unter 55° 47′ n. Br.), dessen Klima uns durch zuverlässige Angaben genau bekannt ist, nach A. v. Humboldt eine jährliche Mitteltemperatur von +4,5 (nach Kämtz +3°,26) oder eine noch nicht ganz so hohe als das 8° nördlicher liegende Drontheim. Das Mittel des heiſsesten Monats steigt daselbst nach Alex. v. Humboldt auf 21°,4 (Kämtz 18,1), während es in Paris (48° 50′ n. Br.), dessen Mitteltemperatur 10°,6 C.

*) Kämtz Meteorologie II, 65.
**) *Bibl. univ.* XLII, 25.

beträgt, kaum dieselbe Höhe erreicht, und in Berlin (im Juli) sich nur auf 18°,3 erhebt. Nach ihrem langen Anhalten gleicht die Temperatur von Moskau in jener Zeit der von Montpellier, während im Winter das Thermometer zu Moskau bis auf — 30° C. sinken kann, und das Mittel des kältesten Monats noch — 12° C. ist. (In Berlin beträgt das Mittel des Januars — 1,0 und das des Decembers — 1°,4 C.) Fast noch stärker zeigt sich diefs Verhältnifs in Kasan, wo der Januar im Mittel — 15° C. hat.

Eine Folge dieser grofsen Temperatur-Verschiedenheit der Jahreszeiten ist, dafs die Schneelinie in den Gebirgen, welche die russische Ebene berühren, ganz unerwartet hoch liegt. So fanden sie Parrot, Engelhardt und Kupffer am Kaukasus erst in 1700 T. = 10200 F. Höhe, während sie an den Pyrenäen nach Ramond (am Neuville und Montperdu) nur 1360 bis höchstens 1400 T. = 8160 bis 8400 F. erreicht (Unterschied 2040 bis 1800 F.), und doch liegen beide Gebirge genau unter einerlei Breite, unter 43° N.

Aufser diesen Verhältnissen aber, welche von der Vertheilung der Temperatur nach den Jahreszeiten herrühren, wirken noch andere nicht minder wesentliche Umstände auf die Höhe der Schneegrenze ein, so namentlich die Lage, die Form und der Zusammenhang der Gebirge. In dieser Beziehung ist vorzugsweise Folgendes zu bemerken.

1) Wenn ein erhöhter Theil unserer Erdoberfläche eine ansehnliche Ausdehnung in die Länge und Breite hat, so dafs er eine in mehr oder minder Erhebung über dem Meere befindliche Ländermasse, ein Plateau bildet, so wird die von den Sonnenstrahlen auf ihm erzeugte Wärme beträchtlich gröfser seyn als bei einzelnen Gipfelspitzen, oder schmalen Kämmen eben so hoch aufsteigender Gebirge, und da sich diese Wärme der benachbarten Atmosphäre in gröfserer Ausdehnung mittheilt, so wird

über Hochebenen die Temperatur-Abnahme in der Atmosphäre mit der Höhe langsamer erfolgen, und daher in den auf Hochebenen befindlichen Bergen die Schneelinie höher hinaufrücken, als ohne dieses Verhältnifs unter gleichen Breiten sonst der Fall seyn würde.

Die Richtigkeit des Einflusses der Hochebenen auf die Erwärmung der Atmosphäre ist zuerst durch Alexander von Humboldt's sorgfältige Beobachtungen in der Kordilleren-Kette erwiesen worden, wo sehr ansehnliche Städte, wie Quito, Mexico, Sta Fé de Bogota, Popayan, Caxamarca etc. auf ausgedehnten Bergebenen von 7—9000 F. Höhe über dem Meere liegen. Es ergiebt sich, dafs die mittleren Temperaturen dieser Orte um 1,5°—2,25° C. höher sind, als sie sonst nach den bekannten Gesetzen der Abnahme der Temperatur mit der Höhe würden seyn müssen; denn statt der oben erwähnten Gröfse von 98 Tois. = 588 F. für 1° C. Wärmeabnahme, nimmt die Wärme über ihnen erst in 132,6 Tois. = 795,6 F. (nach Kämtz [II, 145] in 125,8 Tois. = 694,8 F.) Höhe um 1° C. ab, und die Schneelinie wird an den hohen Bergen dieser Provinzen um 900—1380 F. höher hinaufgerückt, als sonst unter gleichen Umständen *). Es zeigt sich die Einwirkung dieses Umstandes noch ganz besonders an einem der höchsten Berge bei Quito, dem Antisana (17958 F. hoch) sehr auffallend. Derselbe ist in 12600 F. Meereshöhe von einer sehr ausgedehnten Ebene umgeben, und an ihm liegt deshalb auch die Schneegrenze sogleich etwas mehr als 200 F. höher als bei allen seinen Nachbarn, ein Umstand, welchen man um so leichter bemerkt, als in jenen Gegenden, wegen der das ganze Jahr hindurch herrschenden Gleichförmigkeit der Temperatur die Schneelinie durch alle Jahreszeiten wie eine scharf

*) *Humb. Recueil d'observ. astron. I,* 130. *Mém. d'Arcueil III,* 587.

über alle Berggipfel und Rücken hinlaufende Linie erscheint.

In einem gröfseren Maafsstabe und wahrhaft wunderbar zeigt sich der Einflufs dieses Verhältnisses nach den neueren Beobachtungen der Engländer bei der Schneegrenze im Himalaya-Gebirge. Diese Gebirgskette ist an ihrer Nordseite mit dem höchsten der bekannten Plateaux der Erde, dem der chinesischen Tartarei, zu einem Körper verwachsen; auf der Südseite dagegen fällt sie nach mehreren unbedeutenden Vorstufen steil ab in die tiefliegende weite Niederung des Ganges-Thales, in welcher bis zum Meere keine Berge weiter vorkommen. Hieraus würde man schon muthmafsen, dafs die Höhe der Schneegrenze am Nord- und Süd-Abhange verschieden seyn müsse, und diefs beweisen denn auch vollständig die Beobachtungen von Webb und von Gerard *). Sonst steigt in andern Gebirgen wegen geringerer Wirkung der Sonnenstrahlen die Schneegrenze an den Nordabhängen im Allgemeinen stets tiefer herab als an der Südseite; in diesem merkwürdigen Gebirge aber ist es gerade umgekehrt. An der Südseite müfste die Schneegrenze nach den in Amerika geltenden Verhältnissen sich für 30° Br. in etwa 11400 F. Höhe üb. dem Meere befinden, und man sollte diefs sicherer noch deshalb erwarten, weil die vom Meere kommenden Winde grofse Massen von Feuchtigkeit zu diesem Gebirge hintreiben, welche sich in der Höhe desselben kondensiren und als mächtige Schneemassen herabstürzen müssen. Nichtsdestoweniger fand Webb hier in 11200—11250 F. Höhe bei Kedarnath noch frisches Wachsthum von Kiefern, Weiden und Alpenrosen (Rhododendron), und sogar noch auf einem Passe in 11900 F. Höhe lag im Juni kein Schnee mehr, und es zeigte sich eine frische

*) *Brewster Edinb. Journ. of Sc. I*, 45 und *Ann. de Chimie XIV. I*, 1.

Vegetation. Wenn auch diese letztere Erscheinung sich durch lokale Umstände erklären sollte, so mufs man doch an der Südseite die Höhe der Schneegrenze im Mittel wenigstens zu 12000 F. annehmen *). Ganz anders dagegen ist es mit diesem Verhältnisse auf der Nordseite des Gebirges; dort wehen trockene heifse Landwinde über der von den Sonnenstrahlen stark erwärmten Hochebene gegen die Abhänge des Gebirges, und sie treiben hier die ewige Schneegrenze noch weit über die Höhe hinauf, in welcher sie sich in Amerika selbst unter dem Aequator findet. Webb fand hier im August 1819 auf der Hochebene von Daba, welche volle 14000 F. üb. dem Meere liegt, nicht nur keinen Schnee, sondern die ganze Vegetation von den heifsen Winden verdorrt; in den flachen Thälern aber wucherte sie üppig, und er sah hier noch Pappeln, Tamarisken und Weiden. Auf dem Passe von Niti, 15630 F. hoch, und noch 300 Fufs höher war der Schnee schon geschmolzen, da er doch selbst unter dem Aequator schon in 14760 F. in Amerika nicht mehr wegschmilzt. Eben so fand es zu derselben Jahreszeit Kapt. Gerard; der Schnee lag in der Mitte des Oktober auf einer nordwestlich von dieser Stelle gelegenen Gegend noch nicht in 15900 F. Höhe, und noch 60 F. höher fand er eine der Salbey ähnliche geruchlose Pflanze. Das Dorf Nako, das höchste, welches Gerard auf seiner Wanderung antraf, und welches 11100 par. F. über dem Meere liegt, hatte noch Weizenfelder bis zu 12200 F. Höhe, und neben ihm lag ein von Aprikosenbäumen umgebener Teich, dessen Eisdecke im Winter der Dorfjugend zu ihren Belustigungen diente. Diefs Alles noch in 31° Br. zu sehn, ist in der That ganz erstaunenswürdig, und man kann ohne Fehler die mittlere Höhe der Schneegrenze am Nordabhange des Himalaya füglich zu 16—17000 Fufs

*) *Schouw*, in *Tidskrift for Naturvidensk I*, 96.

über dem Meere annehmen, oder reichlich 4 bis 5000 F. höher als an der Südseite. Es gehört dieſs gewiſs zu den interessanteren Resultaten, welche in neueren Zeiten für die physikalische Kenntniſs unserer Erdoberfläche gewonnen wurden, und nichts beweist unwiderleglicher den Einfluſs, welchen die Hochflächen auf die Erhöhung der Temperatur eines Landes auszuüben im Stande sind.

2) Wenn eine Gebirgskette mit einer groſsen Anzahl einander nahestehender Gipfel in die Schneelinie hineinragt, so wird durch die starke Erkaltung, welche die zusammenhängenden groſsen Schnee- und Eismassen ausüben, durch die sehr kalten Eiswasser, welche besonders zur Sommerszeit von ihnen herabrieseln, so wie durch die empfindlich kalten Winde, welche besonders am Abende von der Höhe der Schneefelder durch die Thäler herabstürzen, die Temperatur der umgebenden Luftschichten erniedrigt, und die Höhe der Schneelinie sinkt daher unter solchen Verhältnissen tiefer herab, als ihr der geogr. Breite nach zukommt *). Es wird daher unter sonst gleichen Umständen der Schnee in dem Innern beträchtlicher Gebirgsketten merklich tiefer liegen bleiben, als in den vereinzelt hoch ausragenden Gipfeln ihrer Vorketten, welche die Schneegrenze erreichen.

Dieſs hat u. A. Ramond sehr schön in den Pyrenäen nachgewiesen, indem er zeigt, daſs die Schneegrenze über die Breite der Pyrenäen weg eine Curve bildet, welche nach oben zu konkav von dem einen Abhange des Gebirges zum andern fortschreitet, und deren tiefer Scheitel in der Mitte des Gebirges selbst liegt **). Ganz dasselbe sah auch schon Saussure in den Schweizer Alpen, denn er fand so z. B., daſs der Crammont, die Fours und andere einzelne Gipfel, welche bis

*) S. Leopold v. Buch, in Gilb. Ann. Bd. 41, S. 18.

**) Ebendaselbst.

bis zu 8400 Fufs aufsteigen, noch im Sommer keinen Schnee tragen, während dagegen in der Hauptmasse der Alpen jener Gegend der Schnee schon in 7800 F. Höhe liegen bleibt *). Ja Wahlenberg bemerkte selbst im Sommer noch Schnee auf dem kaum 7000 Fufs hohen Pilatus-Berge, was wahrscheinlich von der erkältenden Nähe der grofsen Schneehäupter des Uri-Rothstocks, des Titlis u. s. w. herkommt.

Noch auffallender aber bewährt sich diese Erscheinung an isolirt stehenden Bergspitzen, welche bei beträchtlicher Erhebung dennoch keinen ewigen Schnee tragen. So weifs man dieſs z. B. in den Karpathen von der inselförmig rasch aufsteigenden Hochgebirgsgruppe der Tatra, von welcher einzelne Gipfel sich bis zu 8000 F. erheben, ohne dennoch nach Wahlenberg's und v. Sydow's Erfahrungen ewigen Schnee zu tragen, obgleich sie in einer geogr. Breite (49° 10') liegen, in welcher der Schnee wenigstens schon mit 7000 Fufs anfangen müfste. Am auffallendsten aber ist dieſs Verhältnifs an dem höchsten Berge der Südsee, dem Mowna Roa auf Owaihi, welcher in 19° Breite nach King's und Marchand's Messungen zu 15522 Fufs Höhe aufsteigt, und dennoch keinen ewigen Schnee trägt, während die Schneegrenze auf den unter gleicher Breite liegenden Bergen von Mexico schon in 14100 F. Meereshöhe eintritt, und doch sollte man gerade umgekehrt am Mowna-Roa diese Grenze tiefer herabreichend als auf dem Festlande erwarten, da dieser Berg mitten im grofsen Oceane auf einer Insel liegt, und daher in seinen Umgebungen die Oberfläche des Wassers bei weitem so stark nicht erwärmt wird, als die des mexikani-

*) *Voyages* §. 942. Saussure glaubt, die Erkältung durch Schneefelder und Wässer von geschmolzenem Schnee, können die Schneegrenze mehr als 600 F. unter die Höhe dieser Grenze auf weniger hohen und weniger schneebedeckten Gebirgen herabsetzen.

schen Hochlandes. Einer gleichen Ursache mag es zuzuschreiben seyn, dafs der Aetna mit 10200 F. Höhe noch keinen ewigen Schnee trägt.

Einen untergeordneten Einflufs, welcher von der Form der Berge herrührt, und für die Höhe der Schneelinie hin und wieder von Bedeutung werden kann, übt die Schroffheit der Abhänge aus; denn wenn auch bei steil aufsteigenden Bergen, unter sonst gleichen Umständen, die Erkaltung der Atmosphäre in höheren Schichten viel schneller und bedeutender ist, als bei sanft ansteigenden Abhängen, so bleibt doch bei sehr ansehnlicher Neigung des Bodens der Schnee nicht mehr liegen, und steil aufsteigende Berggipfel bleiben deshalb oft von ihm befreit, wenn auch die Temperatur in ihnen das Eintreten des ewigen Schnees erzeugen müfste. Eben so grofs ist auch ferner der Einflufs der Bewachsung oder der Nacktheit des Bodens auf den Eintritt der Schneegrenze; auf nacktem Boden wird sie sich höher zurückziehen, da derselbe viel stärker erwärmt wird als der durch Pflanzen aufgelockerte, minder dichte, welcher überdiefs noch durch Strahlung bedeutend leichter die erlangte Wärme wieder verliert. Auch selbst die Farbe des Bodens ist von sehr sichtbarer Wirkung, da auf schwarz gefärbten Flächen der Schnee schneller wegschmilzt als auf hellfarbigen. Diefs zeigt sich u. A. nach Kasthofer *) in den Alpen, wo die schwarze Farbe des Thonschiefers im Gegensatze zur weifsen des Kalksteines einen sehr auffallenden Kontrast in der stellenweise vorkommenden Höhe der Schneegrenze hervorruft. Alex. von Humboldt sah den schwarzgefärbten Aschenkegel des Pichincha eine sehr ähnliche Wirkung vorbringen. — Einen andern Einflufs übt in diesem Falle die durch vulkanische Thätigkeit erzeugte Wärme nahe den Gipfeln der Vulkane. So erzählt namentlich Alex. von Hum-

*) Alpenreise, p. 289.

boldt dergleichen vom Cotopaxi und Tunguragua, an welchem die Schneelinie fast 200 F. höher liegt, als bei ihren Nachbarn. Eben so fand Saussure den Aetna 600 Fufs von seinem Gipfel abwärts von Schnee ganz entblöfst, und einen Schneering von nahe an 1000 Fufs Breite tragend, welcher dem Ansehen dieses Berges einen ganz eigenthümlichen Charakter giebt, wenn gleich freilich der Aetna eigentlich in die ewige Schneegrenze nicht hineinragt.

Die Bewegungen der Atmosphäre, kalte Winde nämlich, welche regelmäfsig in gewissen Jahreszeiten über ihnen ausgesetzte Landstriche wehen, können einen erniedrigenden Einflufs auf die Schneelinie ausüben, so wie warme Winde den entgegengesetzten. Alex. v. Humboldt bemerkte dergleichen wagerechte Luftströme, welche man in tieferen Gegenden, Thälern u. s. w. nicht spürte, in höheren Regionen auf den sogenannten Paramos der Kordilleren sehr heftig und ungestüm. Die Berggipfel, welche das Hochthal von Mexico umgeben, sind jährlich diesen heftigen erkältenden Luftströmen, welche von Kanada herüberkommen, ausgesetzt, welche die Schneegrenze, so lange sie anhalten, um mehr als 2000 Fufs herabzudrücken im Stande sind. Eben so wirkt in jenem Klima eine Wolkenschicht, welche sich zuweilen, Monate lang stehen bleibend, in ansehnlicher Höhe an die Ostseite der Kordilleren-Kette anlegt. So lange sie da ist und die Bergspitzen verdeckt, mufs sich die Kälte über derselben nothwendig vermehren, denn die strahlende Wärme aus der Tiefe wird von den Wolken zurückgeworfen, und kann nun die höheren Punkte nicht erreichen.

Es ist hiebei nun noch zu bemerken, dafs, je gleichförmiger die Witterungs-Verhältnisse eines Landes sind, um so weniger auch die Lage der Schneegrenze das ganze Jahr hindurch einer Variation unterworfen ist. Diefs zeigt sich u. a. in den Aequatorial-Gegenden ausnehmend

schön. Dort ist die Variation der Schneegrenze so gering, dafs sie das ganze Jahr hindurch von unten gesehen in derselben Höhe zu verweilen scheint, eine scharf abgeschnittene wagerechte Linie, über welcher die Gipfel der Berge weifs werden; ein Umstand, der den südamerikanischen Prospekten einen ganz eigenthümlichen Charakter giebt. Auch ist in der That das jährliche Schwanken dieser Grenze von unten aus kaum bemerkbar; denn es beträgt am Chimborazo etwa 90 Fufs, in äufsersten Fällen etwa 150 — 180 Fufs. Dem entsprechend beträgt aber auch der Unterschied zwischen den Mittel-Temperaturen des Sommers und Winters in diesen Gegenden (Surinam, Havannah u. s. w.) je kaum mehr als 4 — 6°, und oft selbst noch weniger, während sie in Stockholm auf 19° und in Moskau sogar auf 36° steigt. Mit Zunahme der geographischen Breite steigern sich diese Schwankungen der Schneegrenze aufserordentlich schnell, so dafs sie schon in den Schneebergen von Mexico (19° Br.) nach Alex. v. Humboldt's Messungen 2256 F. betragen, obgleich es dort sporadisch erst in 7200 F., ja in seltenen Fällen selbst bis in 6000 Fufs Höhe schneit. Von 42 — 43° der Breite endlich beginnt der Schnee nun jährlich bis zur Ebene herunterzusteigen; an den Küsten des Meeres und weiter nördlich kann nach der Beschaffenheit verschiedener Jahre, in kälteren und wärmeren Sommern die Schneegrenze selbst um 6- bis 800 F. schwanken. Betrachten wir nun die Punkte, an welchen die Grenze des ewigen Schnees durch direkte Beobachtungen bestimmt wurde.

Unter dem Aequator kennt man bis jetzt Berge mit ewigem Schnee nur in der Kordilleren-Kette Südamerika's in den Umgebungen des Hochthales von Quito von 0° 10′ südl. bis 1° 30′ nördl. Breite. Nach Alex. v. Humboldt's Messungen an den Gipfeln des Pichincha, deren einer um 240 F. über die Schneelinie emporragt, beginnt hier die Höhe des ewigen Schnees

in 14826 F., also etwa 100 F. höher als die Gipfel des Montblanc.

Nördlich vom Aequator erhebt sich diese gewaltige Gebirgskette noch an sechs verschiedenen Orten in die Schneeregion; durch Messungen ist indefs die Höhe der Schneelinie nur an dreien dieser Punkte direkt bekannt, nämlich:

1) Bei Popayan in 2° 18′ Br. . . . . 14520 F.
2) In der Kette von Quindiu, am Vulkan von Tolima (Br. 4° 35′) . . = 14280 -
3) Um die Stadt Mexiko, 19° Br., nach Bestimmungen an 2 Gipfeln . . . . 14088 -

Die letztere Höhe, welche für die Breite von 19° sehr ansehnlich ist, mufs unstreitig den Wirkungen der Hochfläche zugeschrieben werden.

Im Süden des Aequators erreicht die Kordilleren-Kette ebenfalls noch an sechs Punkten die Schneelinie; sie ist indefs hier nur an einem, nämlich an der Kette des Pic von Sorata, durch Pentland ziemlich unvollkommen auf einmaliger Durchreise bestimmt worden; sie erreicht dort zwischen 15 — 17° Br. durch die Wirkungen des Plateau von Titicaca und des Festlandes von Amerika die ungeheure Höhe von 16308 Fufs. — Auch H. Meyen setzt die Höhe der Schneegrenze in Hoch-Peru auf 16000 — 16500 F. (S. üb. d. Hochebene im südl. Peru p. 9.)

Aufserhalb der Wendekreise kennt man, mit Ausnahme der Gebirge von Chili, nur Schneeberge in der nördlichen Halbkugel. Das Kontinent von Afrika dehnt sich zwar noch über diese Breite gegen S. weit aus; allein ungeachtet das Land sich hier nach N. und NO. vom Kap der guten Hoffnung sehr bedeutend erhebt, so dafs sich selbst Hochflächen von 4980 F. Erhebung, wie, nach Gordon, das Plateau von Bokkeveld, nahe am Meere befinden, und ungeachtet darüber noch Berge aufsteigen, welche, wie die Kette des Kom-

paſsberges, der Nieuwevelds-Berge u. s. w., Schneeberge genannt werden, und selbst, so weit wir wissen, sich bis 9600 F. über das Meer erheben, so ist doch der ewige Schnee dort bis jetzt noch unbekannt. Eben so ist es im nördlichen Afrika, denn dort tragen die Hochgebirge von Abyssinien, in den Reichen von Bornu, Darfur u. s. w. noch keinen ewigen Schnee, dieser soll nur, wie oben erwähnt, in dem Gebirge Al Komri vorkommen.

In der nördlichen Hemisphäre nun ferner ist auf der bekannten Erde zwischen 19 und 30° Br. kein Punkt, welcher in die Schneegrenze hineinragt. Der höchste bekannte Berg in diesen Breiten, der Pic von Teneriffa ($27\frac{3}{4}$° Br.) von 11200 Fuſs, ist niemals das ganze Jahr hindurch mit Schnee bedeckt. Auf den Kap Verden, den Azoren u. s. w. im südlichen Indien und in Amerika ragt, so weit wir wissen, kein Berg in die Schneelinie hinein.

Unter 30—36° nördl. Br. ist die Zone des Himalaya, wo die Schneelinie 12—17000 F. hoch. Hier liegt, auch in 34° Br. die Kette des Atlas, von welchem einzelne Gipfel bis 10800 F. Höhe erreichen, so weit sie vom Meere aus gemessen worden; indeſs ist das Vorkommen von ewigem Schnee auf demselben noch nicht ganz gewiſs. — Unter 37° Br. endlich haben wir die merkwürdige Sierra Nevada im südlichen Spanien, in der Provinz Grenada, in welcher der Mulahasen nach dem Nivellement von Don Clemente Roxas zu 10944 F. aufsteigt. Diese merkwürdige Kette bildet einen von O. nach W. streichenden, sehr schmalen und steilen Kamm, und in ihr tritt die Grenze des ewigen Schnees nach demselben Beobachter an mehreren Punkten mit 10680 F. Höhe ein. Fast genau unter derselben Breite (37° 30′) liegt der Aetna, nach meinen Messungen 10212 F. hoch. Saussure gab ihm 10278 F. Höhe, und liefs ihn schon mit 8778 F. in die Schneelinie eintreten; ich habe

mich indefs überzeugt, dafs er in der That keinen ewigen Schnee trägt, trotz der Nähe des Meeres, und so wurde denn auch schon früher sein Eintreten in die Schneegrenze bezweifelt *).

In diese Breite (37 — 41°) fallen übrigens auch die stets beschneiten Gipfel der Rocky-Mountains, bis zu 10800 Fufs Höhe ansteigend; die Höhe der Schneegrenze ist indefs in ihnen nicht bekannt. Wenig weiter nördlich, zwischen 42 und 43° nördl. Br., liegen die Pyrenäen und der Kaukasus. In den ersteren ist die Höhe der Schneegrenze grofsen Variationen unterworfen, denn es finden sich in den Angaben von Ramond, Saussure und Parrot Abweichungen, welche die bedeutende Gröfse von 250 T. (1500 F.) erreichen. Nach einer mittleren Angabe darf man indefs hier die Höhe des ewigen Schnees am wahrscheinlichsten auf 1400 T. (8400 F.) annehmen. Im Kaukasus, dessen höchste Gipfel im Elbrus (nach Wisniewsky) zu 16854 F., und im Kasbek zu 14400 Fufs aufsteigen, liegt die Schneegrenze nach Engelhard's und Parrot's **) Bestimmungen am Kasbek in 9882 F., und am Elbrus nach Kupffer ***) in 11398 F. Höhe. Nach einer Mittelzahl aus beiden ist sie füglich zu 10640 F. anzusetzen, d. h. aus den oben angegebenen Ursachen um volle 2240 F. höher als in den Pyrenäen.

In den Alpen setzte bereits Saussure die mittlere Schneegrenze im Gebiete der Hauptkette zu 7800 F. an; nach Wahlenberg kann sie passender auf 8220 F. angenommen werden, L. v. Buch †) setzt sie noch etwas höher zu 8520 F., das Mittel aus allen vorhandenen Beobachtungen in $45\frac{3}{4}$ — 46° Br., giebt diese Höhe

*) *Ann. d. Chimie XIV. p.* 56.

**) Reise, II, 108.

***) *Bibl. univ. XLII.* 170.

†) *Gilb. Ann. XI.* 48.

zu 8200 Fufs an. Es ragt also die Spitze des Montblanc noch mit einer Höhe von 6500 F. in die Region des ewigen Schnees hinein.

In den Karpathen, welche um 3° Br. nördlicher liegen (unter 49° 10′), und deren höchster Punkt, die Lomnitzer Spitze, sich zu 8000 F., der nächsthöchste, die Eisthaler Spitze, sich zu 7942 F. Höhe erhebt, tritt dennoch die ewige Schneegrenze aus den oben angegebenen Ursachen und vielleicht auch der grofsen Steilheit der Gipfel wegen, noch keinesweges hervor. Nur in den höchsten, vor der Sonne verborgenen Schluchten bleibt dort der Schnee das ganze Jahr hindurch liegen, und besonders stürzen nach Wahlenberg in einer Gegend (über Fünfsee) von der Eisthaler Spitze im Winter so grofse Schneemassen hinunter, dafs sie das ganze Jahr hindurch nicht wegthauen, sondern kleine Gletscher bilden, welche das einzige, wiewohl unsichere und zufällig erzeugte Anzeichen von ewigem Schnee in diesem so interessanten Gebirge sind. Alex. v. Humboldt giebt deshalb hier die Schneegrenze auch zu 7980 F. Höhe an, wobei sie nur eben an die höchsten Spitzen streifen würde, und jedenfalls bleibt dieser Unterschied von 240 F. zwischen den Karpathen und Alpen für drei Breitengrade ohne anderweitig bedingende Ursachen zu gering.

Zwischen 49 und 61° Br. ist kein Punkt des alten Kontinentes bekannt, in welchem sich die Berge bis zur ewigen Schneegrenze erheben. Vielleicht ist dieſs indefs am Altai (50 — 52° n. Br.) der Fall, dessen Gipfel sich gewifs über 6000 F. erheben, von dem jedoch noch die genaueren Messungen fehlen. Wir dürfen mit Wahrscheinlichkeit annehmen, dafs in Norddeutschland sich die Höhe des ewigen Schnees erst in etwa 6000 F. einstellen würde; allein die höchsten Berggipfel bei uns, die Schneekoppe in Schlesien, der mährische Schneeberg u. s. w.; erheben sich nicht ganz bis zu 5000 F., bleiben also noch 1000 Fufs unter jener Gröfse, ja

der ehemals als der höchste Berg in Deutschland gepriesene Brocken bleibt mit seinem Gipfel gar 2500 Fufs unter der Schneelinie zurück.

Die Erscheinung des ewigen Schnees zeigt sich weiter gegen Norden zuerst wieder in den skandinavischen Alpen, und dort ist sie insbesondere von L. v. Buch, von Wahlenberg und neuerdings von Hisinger*) genauer untersucht worden. Wir heben nun die Resultate dieser Untersuchungen ganz besonders von genauer bestimmten Gegenden dieses lang ausgedehnten Gebirges hervor, nämlich:

Unter 61—62° Br. im Langfield- und Dovrefield-Gebirge liegt die Schneegrenze nach L. v. Buch im Mittel noch 5100 F. hoch; Hisinger setzt sie am Snöhättan auf 5052 F.

Unter 67° 5′ Br. am Sulitelma in Lappland setzen sie L. v. Buch und Wahlenberg in 3100 Fufs Höhe; sie nimmt also im Laufe von 6 Breitengraden um fast gerade 2000 F. ab.

Unter 71½° Br. endlich auf der Insel Mager-Oee an den Felsen des Nordkap, bestimmte L. von Buch diese Grenze in der Höhe von 2200 F., und es ist diefs der nördlichst bekannte Punkt, an welchem dieselbe noch bestimmt worden.

Diese Abnahme scheint regelmäfsig, doch ist sie es in der That nicht, denn zu Altengaard oder zu Talwig in Norwegen, beide unter 70° Br. liegend, fand L. v. Buch die Schneegrenze noch wieder höher als am Sulitelma, in 3300 Fufs Höhe, muthmafslich weil diese Punkte aufser Berührung mit der breiten schneebedeckten Masse des Lappländischen Alpengebirges stehen. Es reichen also hier anderthalb Breitengrade Zunahme hin, um die Schneelinie an dem ja auch isolirt stehenden Nord-Kap um volle 1100 F. herabzudrücken.

---

*) In Poggend. Ann. VII. 40.

Es neigt sich also die ohnehin schon beträchtlich stärker als die Erdoberfläche gewölbte Schneelinie gegen den Nordpol hin noch steiler als sonst gegen die Oberfläche herab, und damit hält, wie L. v. Buch bemerkt, die Verschlechterung des Klima's längs der norwegischen Küste völlig gleichen Schritt. Denn wenn die Mittel-Temperatur weiter südlich zwischen Bergen und Drontheim, von 8,18° bis 4,48°, also nur um 3,7° C., d. h. für den Breitengrad nur um 1,23° sinkt, so findet dagegen weiter nördlich zwischen Alten und Hammerfest bei einem Unterschiede von einem Breitengrade schon eine Verminderung der mittleren Temperatur um 2,5° C. statt.

Es bleibt nun hier noch die Frage zu beantworten, in welchen Gegenden der Erde die ewige Schneegrenze endlich bis zur Meeresfläche hinabsinke. Hiezu dienen am besten die in den Nordpolarländern angestellten Beobachtungen. Aus denselben aber ergiebt sich dann, dafs eigentlich solche Länder, in welchen der Schnee das ganze Jahr hindurch nicht mehr wegschmilzt, welche das ganze Jahr hindurch also mit einer zusammenhängenden Schnee- und Eisdecke belegt seyn müfsten, so weit die Beobachtung reicht, in der Natur nicht gefunden werden; denn überall, wohin bis hieher die Reisenden gekommen sind, zeigte sich's noch, dafs trotz der mächtigsten Schnee- und Eismassen selbst in den nördlichsten Polar-Ländern dennoch überall hin und wieder in begünstigten Lagen, nahe der Meeresfläche, einzelne Theile des Festlandes in der heifsen Jahreszeit von der Schneedecke entblöfst werden, und selbst überall dann die Entwickelung einer wenn auch kärglichen Vegetationsdecke gestatten. So war es schon nach Martens Erfahrungen (1670) von der nördlichsten aller bekannten Ländermassen, von Spitzbergen, bekannt, und so haben es uns neuerdings wieder die Erfahrungen von Parry und Sabine auf Melvilles Island, in den Arctic Highlands, eben so auch

die von Scoresby über Nord-Grönland u. s. w. bestätigt. Ueberall hat sich noch Regung höheren organischen Lebens antreffen lassen, und im strengsten Sinne genommen würde daher wahrscheinlich die ewige Schneegrenze erst unmittelbar an dem Pole selbst mit der Erdoberfläche zusammenstofsen. Es ist indefs nichtsdestoweniger doch auch schon für die Kenntnifs der klimatischen Beschaffenheit, für die Gesetze der Temperatur-Verminderung von Wichtigkeit, die Zone der Ländermassen kennen zu lernen, in welchen schon wenigstens theilweise unmittelbar über der Meeresfläche vereinzelte Schneemassen jährlich nicht mehr zerstört werden, und indem wir dieses Verhältnifs an die Stelle der ewigen Schneegrenze setzen, steht uns eine zahlreiche Reihe von beobachteten Thatsachen zu Gebote. Es ergiebt sich aus denselben sehr deutlich, dafs das Eintreten der ersten ewigen Schneeflecke in sehr verschiedenen Abständen von dem Nordpol stattfindet, welche einen auffallend schönen Belag für die schon oben erwähnten Krümmungen der Isothermen-Linien darbieten.

Unstreitig diejenige Gegend der Erde, welche den ewigen Schnee schon am frühesten zeigt, am entferntesten von dem Nordpole, ist die Ostküste des Festlandes von Amerika, denn dort tritt diese Erscheinung nach den Nachrichten von Curtis und Herzberg*) schon mit der Breite von Stockholm, d. h. mit 60° N. ein, und schon mit der Breite von Riga, oder der von der Nordspitze von Dänemark, verschwindet demgemäfs dort der Baumwuchs (mit 58° Br.) nördlich von Okak, welches in 57° 12′ liegt. Eine klimatisch so ungünstig ausgestattete Gegend kennt man indefs auch nicht weiter in den Nordpolarländern; schon das benachbarte Grönland geniefst ein günstigeres Klima, denn

*) *E. Meyer de plantis Labradoricis libr. III*, 1830. *pag.* 113 *alibi.*

an der Westküste bleibt der Schnee das ganze Jahr hindurch erst in 68—69° Br. fleckweise liegen, zwischen den Niederlassungen Holsteenborg und Egedesminde. Ost-Grönland zwar ist rauher, und hier giebt uns Wahlenberg die Schneegrenze in 65° Br. an, doch fand Scoresby hier in 70° 28′ noch schöne Wiesenteppiche, welche mit denen Englands zu wetteifern im Stande sind, wenn hier freilich schon vor der Mitte Augusts wieder frische Schneedecke das Land ringsum einhüllt. In dem zunächst liegenden Island, welches nur bis zu 66° Br. reicht, steigt der ewige Schnee nirgend bis zur Meeresfläche herab, ja es scheint hier sogar nach den Beobachtungen bei Hendersen, Stanley, Paulson u. s. w. der Schnee an den Bergen erst in 2500—2900 F. Höhe liegen zu bleiben. Weiter östlich, wie bereits erwähnt worden, trägt kein Theil von dem Festlande Europa's an der Meeresküste schon ewiger Schnee, selbst noch nicht in 71½° Br., hier kennt man nordwärts erst Schneeflecke auf Spitzbergen von 76° 30′—80° 7′, das zugleich doch noch lappländische Vegetation zeigt, und hier zieht sich unstreitig die Schneegrenze am nächsten zum Nordpol. Sie berührt endlich das Festland der alten Welt nach den Nachrichten von Linschooten zuerst wieder zwischen Obi und Dwina an den Küsten der Waigaz-Strafse in 70° Br. So weit ferner unsere Nachrichten reichen, scheint sie sich in den Steppenländern Nord-Sibiriens weiter ostwärts ohngefähr stets etwa um 70° Br. zu halten, so in den unteren Ländern am Jenisei, an der Lena u. s. w., nach Gmelin, Pallas, Saritschew u. s. w.; an der Kolyma scheint sie weiter vom Pol abzugehen, und sich bereits in 69° Br. zu finden; in Kamtschatka aber beginnen nach v. Chamisso und Kotzebue die Schneeflecke bereits in der St. Laurentius Bucht in 65° 39′ Br., und die Vegetation hat einen dem angemessenen Anstrich. Auf der gegenüberliegenden Nordwestküste von Amerika da-

gegen fand Kapit. Cook erst den Schnee um fast volle 4° nördlicher in einzelnen Flecken liegend bei Kap Lisburne in 69° 5′, und dieſs hat neuerdings Kapitain Beechey bestätigt; weiter hinein aber ins Festland von Amerika dringt der ewige Schnee nicht, ohnerachtet die Nordküste desselben stellenweise bis zu 72° Breite hinaufgehend bekannt ist, dafür aber herrscht hier auch durch den Einfluſs der groſsen Ebenen zwischen den Rocky Mountains und der Alleghany-Kette, von welchen die feuchten Westwinde abgehalten werden, ein Klima vielleicht mit dem kontinentalsten Charakter, welcher bis hieher beobachtet worden, denn es geben uns die Beobachtungen von Franklin zu Fort Enterprize in 64° 28′ nördl. Br.

das Mittel des ganzen Jahres = −10°,1 C.
- - - Sommers = +11°,0 C.
- - - Winters = −30°,9 C.
Unterschied . . = 41°,9 C.

der kälteste Monat d. Dez. im Mittel = −34°,3 C.

und solch ein Verhältniſs kann auf die Entfernung der Schneegrenze vom Pol nicht ohne Einfluſs bleiben.

Gegen den Südpol hin, wo es aus leicht erklärbaren Ursachen noch fast ganz an Beobachtungen über die Höhe der Schneegrenze fehlt, ist übrigens wahrscheinlich das Einschiefsen derselben gegen die Erdoberfläche noch steiler als gegen Norden, denn alle Beobachter stimmen darin überein, daſs in der südlichen Hemisphäre in hohen Breiten die Temperatur noch ungleich schneller sinkt als in der nördlichen. Indeſs verdient wohl bemerkt zu werden, daſs nach neueren kritischen Untersuchungen sich die allgemein verbreiteten Vorstellungen über die so sehr geringe Wärme der südl. Halbkugel als übertrieben erwiesen haben. Diese Vorstellungen rühren nämlich hauptsächlich aus den Beschreibungen von J. R. Forster auf Cook's zweiter Reise her, welche lange Zeit hindurch fast die einzige brauchbare Quelle für die

Kenntnifs dieser Erdgegenden waren. Besonders abschreckend waren die Schilderungen, welche er in dieser Hinsicht von Neu-Georgia, unter $54\frac{1}{2}^0$ Br., entwarf, denn dort sah er die Berge mitten im Sommer mit Schnee beladen, welcher sich bis zur Meeresküste herab ungeschmolzen hielt. Nur auf einigen schwarzen Landspitzen schmolz er, und hier stellte sich etwas Vegetation ein, doch bestand nach ihm die Flora dieser Insel nur aus 2 Pflanzen, ***Ancistrum decumbens*** (Hakenkraut) und ***Dactylis caespitosa*** (eine Art Knäuelgras). Eben so abschreckend ferner war die Schilderung von dem in derselben Breite liegenden Feuerlande, denn er sah dort nur nacktes ödes Felsengebirge mit schneebedeckten Gipfeln, höchst wenig Pflanzen, worunter in den niedrigsten Thälern selten verkümmerte Sträucher und noch seltener ein Baum.

Nach den Untersuchungen von Alex. von Humboldt (nach Le Gentil) und Kirwan zeigt es sich jedoch als höchst wahrscheinlich, dafs in der südlichen Halbkugel bis 40° Br. gar kein Unterschied in der Temperatur-Abnahme in Vergleich mit der nördlichen vorkomme, und nur erst weiter südlich scheint sich wegen des Einflusses der in diesen Erdgegenden so vorherrschenden Wassermasse der oben beschriebene Charakter des Küsten-Klimas einzustellen, freilich aufs höchste gesteigert; auf kühle, schaurige und regenreiche Sommer folgen milde trübe Winter, und der Aufenthalt in diesen trüben, stürmischen feuchten Gegenden mag allerdings sehr unangenehm werden. Was aber speciell noch die Darstellungen von Forster betrifft, so können dieselben unmöglich genau mit der Natur übereinstimmen, denn auf Neu-Georgia scheinen es, nach Cook's Beschreibungen, Gletscher zu seyn, die von den Abhängen hoher Gebirge bis ans Meer treten; auch ist die Dürftigkeit seiner wenig genau untersuchten Flora wohl mehr der insularen Lage als der geringen Temperatur dieses

Landes zuzuschreiben, denn so fand Forster auf der Oster-Insel, obgleich sie unter den Wendekreisen liegt, doch auch nur 20 Pflanzenarten.

Ganz abweichend sind ferner die Schilderungen anderer Beobachter von Feuerland. Schon Cook beschreibt dasselbe weniger armselig, da er von vielen Pflanzen und Wäldern spricht, eben so machte dort Banks reiche Ausbeute an neuen Pflanzen, und fand in der St. Vincents-Bay (nahe 55° südl. Br.) die Birke (*Betula antarctica*) gegen 3′ dick und 30—40′ lang, auch waren Buchen (*Fagus antarctica*) da, welche zu Zimmerholz dienen konnten, und sogar noch etwas südlicher, in der St. Franciscus-Bay (55° 54′) spricht Kapit. Weddell von Bäumen, aus denen er Bretter sägen liefs. Und nur wenige Grade nördlicher, bei Port Famine (53° 44′ s. Br.) in der Magelhaens-Strafse fand Byron die schönsten Bäume in solcher Menge und Gröfse, dafs man nach seiner Aeufserung von hier aus die ganze britische Marine mit den besten Masten der Welt würde versehen können. Auf den Falklands-Inseln, in $51\frac{1}{2}^{0}$ s. Br., beträgt die mittlere Temperatur noch 8,6° C., d. h. ungefähr eben so viel als in gleicher nördl. Br. an der Westküste von Amerika, und beträchtlich mehr als an der Nordküste *).

Unter die auffallendsten Erscheinungen, welche mit dem Vorkommen des ewigen Schnees in Verbindung stehen, und welche für die Gestaltung der gröfseren Gebirge von grofsem Einflusse sind, gehören ganz besonders noch die Lavinen und die Gletscher.

Die sogenannten Lavinen (*avalanches*) oder Schneestürze sind vorzugsweise in keinem bekannten Gebirge der Erde mehr als in den Alpen zu Hause, und ihre Natur ist hier von Niemand vollkommener betrach-

---

*) Kämtz Meteorologie II, 123.

tet worden, als von Kasthofer*), dem wir daher vorzugsweise folgen.

Der Begriff, welchen man sich gewöhnlich von einer Lavine zu machen pflegt, als sey sie eine Art von Schneebällen, welche bei Thauwetter von den langen Abhängen der Berge herabrollen, und sich auf ihrem Wege durch Aufrollen und Anbacken des Schnees vergröfsern, ist in der That nicht der richtige. Solche Vorgänge ereignen sich nach Kasthofer's Zeugnisse in der Natur nicht. Es sind vielmehr die Lavinen Stürze ganzer, mehr oder minder zusammenhängender Schneemassen, wie sie theils zusammengeweht, theils ursprünglich gefallen, auf den Bergabhängen vorkommen. Nach der Art ihrer Entstehung und Ausbildung werden dieselben in 4 Hauptarten eingetheilt, welche, wie es scheint, den bei solchen Verhältnissen vorkommenden Bedingungen entsprechen, nämlich:

1) Staub-Lavinen.
2) Grund-Lavinen.
3) Rutsch-Lavinen.
4) Gletscher-Lavinen.

Die Staub-Lavinen entstehen, wenn die Menge frisch gefallenen Schnees sehr grofs und der Abhang steil ist, und dann die sich losreifsende Schneemasse, welche ihr Gleichgewicht verlor, theils durch ihre Lokkerheit, theils durch ihr gewaltsames Anprallen an vorspringenden Felsmassen zerstäubt wird. Diese Lavinen pflegen sich stets nur im Winter zu bilden, wenn anhaltend und tief gefallener Schnee, wegen der Kälte nicht backend, locker zusammenhängt, und auf Flächen von Abhängen, welche nicht zu steil sind, um der Schneedecke in grofsen Massen bei Windstille schon Halt zu geben, aber zu steil, um diesen Halt bei heftigen Windstöfsen zu gewähren. Wenn die so abstürzenden Schnee-

la-

*) Alpenreise, p. 290 sq.

lasten auf tiefere fallen, so reifsen sie grofse Massen davon los und vergröfsern sich dadurch, nie aber, wie Kasthofer ausdrücklich bemerkt, durch Aufrollen. Der heftige Sturz, mit welchen die Staublavinen aufprallen, und die gänzliche Zerstreuung ihrer Masse, setzt ein schnelles Fallen von bedeutender Höhe und über die Stufen steiler Abhänge voraus; es entsteht daher diese Art von Lavinen nur an den höchsten, kältesten Abhängen der Alpen, und daher nicht häufig innerhalb der Vegetations-Grenze. Sie sind gefürchtet, weil sie plötzlich aus unerstiegenen Höhen herabfallen, wirken weniger schädlich durch die Schwere ihrer Massen, als durch den Druck der Luft, welche unter der schnellfallenden sich zerstreuenden lockeren Schneemenge auf eine fürchterliche Weise zusammengepreſst wird, und an den Seiten entweicht. Es entstehen daher beim Niederfallen in den Umgebungen derselben oft furchtbare Windstöfse, deren Wirkungen in der That ungeheuer sind, denn sie brechen grofse Felsstücke los, reifsen ganze Wälder mit den Wurzeln aus dem Boden, und schleudern Häuser wie Spreu durch die Lüfte. Sie entstehen indefs nicht in allen Wintern, und da sie nur höchst selten in die tieferen bewaldeten Thäler eindringen, so sind sie den Bewohnern der Alpen nicht sehr gefährlich.

Die Grund-Lavinen sind die häufigsten und gefährlichsten. Sie sind von den vorigen nur dadurch verschieden, dafs die ganze Schneedecke eines Abhanges dabei zusammenhängend als eine Masse herabgleitet. Zu ihrer Erzeugung mufs der Abhang weniger steil, die Höhe desselben weniger grofs seyn. Sie entstehen fast niemals im Winter, fast immer beim Antritte des Frühjahres, wenn der Schnee zu schmelzen beginnt, und in den kalten Nächten durch eine Eisrinde zusammengebacken wird, während durch die von den Höhen herabrinnenden Schneewässer der Zusammenhang der Schneedecke mit der Unterlage aufgelöst und diese schlüpfrig wird. Da

der Fall dieser Lavinen weniger hoch ist, und die Zeit ihres Abschlüpfens mit der Richtung, welche sie zu nehmen trachten, meist vorhergesehen werden kann, so können die Menschen ihnen leichter entrinnen; allein sie werden sehr lästig durch die ungeheueren Schneemassen, welche sie schütten, welche Wiesen und Wälder bedecken, und die oft selbst in Jahren nicht wegschmelzen, durch die Erkaltung, welche von ihnen ausgeht, das Klima ihrer Umgebungen verschlechtern. Sie sind um so lästiger, da sie besonders an den sanfteren Abhängen der tieferen Alpenthäler vorkommen, und sich jährlich herrschend an denselben Stellen zu wiederholen pflegen.

Die sogenannten Rutsch-Lavinen sind solche, bei welchen die Schneemasse auf sehr flach geneigter schlüpfrig gewordener Oberfläche des Bodens allmälig und stofsweise abgleitet, so dafs sie hinter jedem entgegenstehenden Gegenstande sich anhäuft und stille steht, bis er dem Drucke nachgiebt oder der Schnee sich an ihm zertheilt. Sie sind an Gröfse und Wirkung die unbedeutendsten, und entstehen besonders im Frühjahre, wenn schnelles Wegschmelzen des Schnees den Boden schlüpfrig macht, an den sanften Abhängen auf der Sonnenseite der milderen tiefen Alpenthäler.

Die Gletscher-Lavinen gehören nur uneigentlich hieher, denn sie entstehen weniger durch Schnee, als vielmehr durch das Einstürzen ganzer Gletschermassen mit ihrer Decke von Schnee, Steinen, Felsmassen u. s. w. Die Gletscher selbst, welche aus gefrorenen und mit Schneewasser zusammengebackenen Schneemassen gebildet werden, sind in beständigem Rücken von ihrer Stelle begriffen, und wenn sie nun im Vorrücken an einen steilen Abhang gelangen, oder durch die eigene Schwere ihrer Eislasten in grofse Massen zerbersten, so fallen mächtige Bruchstücke herunter, und werden im Fallen zerschmettert. Diese Art von Lavinen wird beson-

ders gefährlich, wenn sie von Felswänden, welche über tiefe Thäler überhängend hervorragen, herabstürzen, und dann sind ihre Verwüstungen theils durch die gröfsere Schwere und Mächtigkeit der Masse, theils durch den entsetzlichen Luftdruck, welchen sie ausüben, in der That ungeheuer. Erst in sehr neuen Zeiten haben einige solche Gletscher-Lavinen grofsen Schaden in den Alpen angerichtet, und es mag hier genügen, zwei der bedeutendsten solcher Vorfälle specieller anzuführen.

Der eine derselben ereignete sich am 27. Dezember 1819 im Vispacher Thale, einem der Seitenthäler von Wallis, welches schon in früheren Zeiten, namentlich in den Jahren 1636 u. 1736 — 38 solchen Vorfällen ausgesetzt gewesen ist. Aus der Beschreibung, welche Venez von diesem letzten Ereignisse gegeben hat, geht hervor, dafs in diesem Thale das Dorf Ronda an der einen Seite von der 9000 Fufs steil aufsteigenden und mit mächtigen Gletschern bedeckten Wand des Weishorn eingefafst wird. Der Theil des Gletschers, welcher aus Gletscherschutt, Eis und Steinen bestehend, am genannten Tage aus dieser aufserordentlichen Höhe donnernd hervorbrach, bedeckte im Thale eine Fläche von 2400 F. Länge, 1000 F. Breite und durchschnittlich 150 F. Höhe. Bei seinem Aufprallen auf die tiefer liegenden Felsmassen entstand ein heftiger Windstofs, welcher die verheerendsten Wirkungen ausübte, und dieser war es eigentlich, welcher das von der Gletschermasse selbst unberührt gebliebene Ronda zerstörte. Er hatte eine solche Gewalt, dafs er einen Mühlstein mehrere Klafter weit bergauf schleuderte, Eisblöcke von vier und mehr Kubikfufs Inhalt eine halbe Stunde weit über das Thal hinwegführte, und die Balken vieler Gebäude wie Spreu eine Viertelstunde weit über das Dorf in den Wald hinwarf. Im Moment, wo die Masse herabstürzte, sah man, vermuthlich durch die heftige Kompression der Luft, oder

durch die Reibung der zerberstenden Eisschichten aneinander, plötzlich ein helles Leuchten am Himmel, und gleich darauf folgte der furchtbare Windstofs.

Eine andere schädliche Wirkung der Gletscher-Lavinen ist es, dafs sie zuweilen durch ihr Herabstürzen Thäler zudämmen und Seen aufstauen, welche, wenn sie hinlänglich angewachsen sind, diese Dämme zerreifsen, und dann plötzlich sich ausleerend im heftigen Sturze Alles was im Wege liegt mit sich fortreifsen. Eins der schrecklichsten Ereignisse dieser Art trug sich zu am 16. Juni 1818 im Bagne-Thale, gleichfalls einem der Seitenthäler im unteren Wallis. Dieses Thal war seit mehreren Jahren durch den wiederholten Einsturz des benachbarten Gedroz-Gletschers in seinem obersten Theile verschlossen worden, und es hatte sich dadurch ein See gebildet, welcher 10000 F. Länge, 700 F. Breite und 200 F. Tiefe hatte. Er besafs nach einer, der Wahrheit nahe kommenden Berechnung einen Inhalt von 800 Millionen Kubikfufs Wasser. Als nun diese Masse den Eis- und Steindamm, welcher sie aufstaute, durchnagt hatte, stürzte sie plötzlich los, zerstörte dabei alle Ortschaften des Thales, und richtete noch in Martinach bei ihrem Ausmünden in's Rhone-Thal ungeheuere Verwüstungen an. Sie glich in ihrem Fortschreiten, nach Venez Beschreibung, einem dicken Brei von wild durcheinander gemengten Felsstücken, Eismassen, Bäumen u. s. w., welcher mit fürchterlichem Geprassel einen Weg von etwa 20 Stunden (18 Lieues) in $5\frac{1}{2}$ Stunden zurücklegte, wobei er freilich ein Fallen von 4187 F. hatte. Die Kraft des Druckes, welchen diese unerhörte Masse ausübte, rifs in den Thal-Verengerungen grofse anstehende Felsmassen weg, zerschmetterte nicht nur Stämme von Lärchenbäumen von etwa 50 Fufs Länge und 5 Fufs Dicke, sondern bog sie auch wie Ruthen und verstrickte stellenweise ihre Längsfasern wie Seile durcheinander. Noch in der Ebene von Martinach fand Escher

einen durch diese Wassermasse dorthin transportirten Granit-Block von 10000 Kubikfufs Inhalt, welcher seiner Beschaffenheit zufolge hoch oben im Innern der Alpen mufste losgerissen seyn. Besonders gräfslich ist die Schilderung, welche Charpentier von diesen Wirkungen entwirft. Sie drohten sich zu wiederholen, da die zudämmenden Gletscherstürze in dem oberen Theile des Bagne-Thales fortdauerten, und man suchte daher anfangs diesen Wirkungen durch einen im Felsen geführten Stollen zu begegnen, welcher das oben gestaute Wasser zu allen Zeiten sicher abführen sollte; gegenwärtig indefs, scheint es, hat man die Eismassen durch geschicktes Daraufleiten von oberen stets fliefsenden Gebirgswassern gewältigt, welche das Eis schneller fortschmelzen als es zuwächst, und die drohende Gefahr scheint dadurch für's Erste glücklich abgewendet zu seyn.

Ungleich grofsartigere Erscheinungen indefs als die eben beschriebenen Schnee- und Eisstürze sind die im Gebiete gröfserer Gebirge häufig vorkommenden Eisfelder, welche gewöhnlich mit der wahrscheinlich aus dem Französischen (*glacier*) herstammenden Benennung der Gletscher belegt werden. Sie sind vorzugsweise ein Eigenthum der Gebirge in der gemäfsigten und kalten Zone, in welchen die Temperatur nach den Jahreszeiten grofsen Abwechselungen unterworfen ist; je mehr man sich den Polar-Ländern nähert, desto häufiger und grofsartiger werden sie angetroffen, in den Gebirgsgegenden der heifsen Zone aber erwähnt ihrer kein Beobachter.

Das Alpengebirge enthält von ihnen eine sehr grofse Menge und von den ansehnlichsten Dimensionen, denn nach den Nachweisungen von Ebel *) befinden sich allein in dem Theile der Alpen-Kette, welcher von den Umgebungen des Montblanc östlich bis zus Tyroler-Grenze

*) Anleit. die Schweiz zu bereisen, III, 386—391.

fortläuft, der durch Namen und Begrenzung geschiedenen Eisfelder reichlich bis an 400, und unter diesen sind nur wenige, deren Längenausdehnung weniger als eine Stunde beträgt, viele dagegen haben eine Länge von 5—6 Stunden bei $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ Stunden Breite. Saussure beschreibt sogar einen der grofsartigsten Gletscher, welche in dem Montblanc-Gebirge vorkommen, den Glacier des Bois, als von 5 Meilen Länge und mehr als einer Meile Breite, bei einer Dicke, welche nach dem Zeugnisse Ebel's und Charpentier's, von 100 F. bis zu 600 F., ja selbst stellenweise 7—800 F. steigen kann. Nach einer sehr wahrscheinlichen Berechnung würden diese Eismassen, wenn wir sie zusammenzustellen im Stande wären, einen Flächenraum von gegen 50 geogr. Quadratmeilen bedekken. In den Alpen, in diesem an grofsartigen und den Geist des Beobachters so mannigfaltig anregenden Naturerscheinungen so überaus reichen Gebirge, sind daher auch die Verhältnisse und wunderbaren Eigenthümlichkeiten, welche diese Eisfelder darbieten, von früh an der Gegenstand der Beobachtung zahlreicher Naturforscher gewesen, und insbesondere haben Joh. Jacob Scheuchzer *) uud G. S. Gruner **) viele merkwürdige Thatsachen von denselben beschrieben. Unter den Neueren hat vorzugsweise Saussure ***) diesen Gegenstand auf seinen Alpenreisen einer sehr sorgfältigen, ja fast erschöpfenden Betrachtung unterworfen, und wir verdanken ferner eine vortreffliche Zusammenstellung des Bekannten mit einigen eigenen neueren Beobachtungen dem, um die Kenntnifs der Alpen so hoch verdienten Ebel †);

*) Naturgeschichte des Schweizerlandes. 1708, III, 102—116.

**) Beschreibung der Eisgebirge des Schweizerlandes. 1760, 3 Theile mit vielen Abbildungen.

***) Alpenreise II, §. 518—541.

†) Anleitung III, 386 sq.

einige sehr beachtenswerthe Zusätze dazu haben Escher*) in seinen Bemerkungen, ferner Charpentier**) und Biselx***), neuerlichst noch Hugi†) und zuletzt Kämtz††) gegeben. Wir werden in der Schilderung der von diesen Beobachtern dargelegten hauptsächlichsten Erscheinungen hier vorzugsweise der anziehenden Darstellungsweise von Saussure folgen, und mit dieser eine Hinzufügung des Neuesten verbinden, was durch die späteren Beobachter bemerkt wurde.

Nach dem einstimmigen Zeugnisse aller Beobachter ist die Geburtsstätte der Hauptmasse aller Gletscher in den hohen Querthälern der Alpen zu suchen. Dort ringsum von hoch darüber aufsteigenden, mit ewigem Schnee beladenen Felshörnern umschlossen, wo 9 Monate des Jahres hindurch das Wasser der Atmosphäre sich nur in gefrorener Gestalt, als Schnee oder Hagel niederschlägt, bilden sich diese ewigen unerschöpflichen Eisfelder. Auf den hohen Gipfeln der Alpen selbst bildet sich, wie Saussure ausdrücklich bemerkt, niemals Eis in beträchtlicher Masse, und wenn daher einige Beobachter die Meinung verbreitet haben, dafs der Gipfel des Montblanc mit ewigem Eise bedeckt sey, so ist diefs eine allerdings leicht verzeihliche Täuschung; denn wenn man den Montblanc von der Ebene aus, oder von dem ihm näher liegenden Mont Brevent auf der gegenüberliegenden Seite des Chamouny-Thales mit guten Ferngläsern betrachtet, so sieht man die Flächen desselben so glänzend, als wenn sie aus glattem Eise gebildet wären. Dieser glänzende Teppich aber ist nichts Anderes, als eine durch den Schnee hervorgebrachte

*) Gilb. Annal. 69. S. 113.

**) Gilb. Annal. 63. S. 388, und Bd. 64. S. 183.

***) Gilb. Annal. 69. S. 125.

†) Naturhistorische Alpenreisen.

††) Meteorologie II, 159 sq., und Schweigger's Journal LXVII. 249.

dünne Rinde, welche die Strahlen der Sonne oder ein warmer Wind auf der Fläche erweicht haben, und welche nachher wieder gefroren ist. Saussure sah diefs sehr häufig auf seinen Wanderungen bestätigt, wobei denn der Weg durch diese Rinde nicht selten sehr glatt und gefährlich ward. Ihm erschien häufig, von Genf aus gesehen, der Gipfel des Buet (nordwestlich vom Montblanc) wie ein glattes Eis, und doch wufste er sehr wohl aus eigener Erfahrung, dafs der Gipfel dieses Berges nur Schnee trägt. Er erwähnt ferner, dafs der Anblick tief aufklaffender Spalten, welche in der Schneedecke hoher Gipfel vorkommen, ebenfalls häufig die Meinung erzeuge, als ob dort nur Eis läge, es ist indefs für den Schnee solcher Gegenden charakteristisch, dafs er Spalten und Risse wie das Eis bildet, ohne zusammenzustürzen. Gewöhnlich enden die Thäler, welche die Geburtsstätten der Gletscher sind, nach oben in ringsum geschlossenen Kesseln, welche von unübersteiglichen Felswänden umgeben werden; zuweilen jedoch findet sich hievon eine Ausnahme, und so ist in dieser Beziehung der hohe Griesgletscher in der Kette von Wallis anzuführen, welcher auf einer Ebene im Gebirge beginnt, von dort aber ganz offen an beiden Seiten eine Strecke weit gegen Wallis und gegen die piemontesische Seite herabgeht. Es bilden sich aber auch Gletscher an den höheren Abhängen der Berge selbst, ohne aus hohen Querthälern zu kommen, und diefs bestimmte Saussure, die Gletscher förmlich in zwei Klassen zu theilen; indefs unterscheiden sich die letztern von den ersteren in nichts Wesentlichem, sie sind grofsentheils verhältnifsmäfsig unbedeutend, und verdienen daher keine besonders getrennte Erwähnung.

Die Art wie die Gletscher in den Anfängen der hohen Thäler entstehen, ist zunächst der genaueren Betrachtung werth. Sie sind keinesweges zusammenhängend gefrorene, oder gleichförmig in Eis verwandelte Wasser-

massen, wie man sich diefs wohl zu denken pflegt, auch nicht etwa wie Eiszapfen, durch allmälige Anlegung von gefrierenden übereinander geronnenen Wasserschichten gebildet, sondern eine durch aufgesogenes Wasser mehr oder minder zusammengefrorene Schneemasse. Dafs dem wirklich so sey, ergiebt sich nach Saussure und Ebel schon aus den Vorgängen, welche zu verschiedenen Jahreszeiten in den Hochthälern stattfinden. Denn dort häuft sich während der neun Wintermonate des Jahres eine unermefsliche Menge Schnee auf, nicht nur durch direkten Fall, sondern auch vielleicht noch dadurch, dafs er von den umgebenden steilen Felswänden herabstürzt, und zum Theil unaufhörlich mächtige Lavinen bildend, auf den Boden dieser Thalkessel herabrollt. Hier sammelt er sich nun also während des Winters zu unglaublichen Massen an, wird kompakter durch den Druck, und bleibt so unverändert liegen, bis der Sommer kommt. In drei Monaten aber kann die Hitze desselben nur einen Theil dieser Schneemasse schmelzen, und zwar um so bestimmter nur einen Theil, da die Schneelavinen, welche in die tiefen wärmeren Thäler fallen, oft selbst nicht einmal während des dort viel längeren Sommers wegschmelzen.

Ueberzeugender indefs noch als die Betrachtung von den Vorgängen des Schmelzens und Gefrierens in hohen Alpenthälern beweist diesen Ursprung der Gletscher noch die überall wieder bemerkte Beschaffenheit ihres Eises. Es ist dasselbe an der Oberfläche keinesweges glatt und schlüpfrig, wie das Eis an der Oberfläche von Strömen und Landseen, sondern rauh, höckrig und löchrig, so dafs man nur in Gefahr kommt auszugleiten, wenn die Oberfläche desselben steil geneigt oder mit einer später, durch nachträgliche Schmelzung übergezogenen glatten Eiskruste bedeckt ist. Noch charakteristischer aber ist die innere Struktur dieses Eises. Dasselbe ist keinesweges gleichförmig kompakt, sondern es besteht

aus einer Menge mehr oder minder grofser, oft völlig von einander getrennter stumpfeckiger Stückchen, zwischen welchen sich stets, oft sehr wunderlich gewundene, krumme und unregelmäfsig verzogene Blasenräume hindurchziehen. Saussure vergleicht diese Blasenräume mit den verzogenen Gestalten, welche das Blei annimmt, wenn es geschmolzen in Wasser gegossen wird, und die Art, wie die eckigen Körner und Stückchen ineinander greifen, ist nach Ebel's, Hugi's und Kämtz's Beschreibung in der That sehr eigenthümlich. Sie fügen sich nämlich oft mit ihren glatten und rundlichen Flächen so ineinander, wie die Körner des biegsamen Sandsteines oder die Krystalle des Dolomites, so dafs sie aneinander bis zu gewisser Gröfse verschiebbar erscheinen, wie die Gelenke organischer Körper, und sie sind daher insbesondere an scharfen Rändern einzelner Stücke, wo sie in Vorsprünge und Kanten auslaufen, oft in bedeutendem Grade beweglich und biegsam. Nichtsdestoweniger aber sind sie so ineinander gewachsen, dafs es auch bei dem lockersten Zusammenhange nicht möglich wird, einzelne Stücke aus ihrer Verbindung mit den andern auszulösen, ohne sie zu zerbrechen; ist aber ein einzelnes Stück herausgebrochen, so kann man leicht eines nach dem andern mit den Fingern wegnehmen, und so die ganze Masse abtragen. Auch zerfällt die Masse, wenn einige Körner, welche Hugi und Kämtz uneigentlich Krystalle nennen, aus der Verbindung gehoben sind, meist von selbst in einen Haufen.

Die Ursachen dieser Struktur liegen in der Einwirkung der Luft, welche die vom Wasser getrennte Schneemasse bei ihrem Erstarren führt, denn das in den Schnee eindringende Wasser kann nicht alle zwischen den Schneetheilchen befindlichen Luftbläschen entfernen, und dann giebt das Wasser in Augenblicken des Gefrierens plötzlich eine beträchtliche Menge Luft aus, welche in der Masse stecken bleibt, und indem sie nicht heraus-

kann zwischen den unregelmäfsig gefrierenden Eistheilchen diese wunderlich geformten Blasenräume bildet. Saussure überzeugte sich zuerst von der Richtigkeit dieser Ansicht, indem er im Jahre 1764 *) direkte Versuche über das Gefrieren von mit Wasser getränktem Schnee anstellte; das dadurch künstlich erhaltene Eis war dem natürlichen Eise der Gletscher zum Verwundern ähnlich, und er legte auf diese Thatsache, welche vor ihm Niemand so dargestellt, mit Recht ein sehr grofses Gewicht. Auch bemerkt er, dafs grofse Schneelavinen, wenn sie in Thäler fallen, wo sie der Sommer nicht ganz wegschmilzt, und das geschmolzene Wasser nicht gut abfliefst, während des darauf folgenden Winters ebenfalls in eine den Gletschern völlig ähnliche Masse verwandelt werden; ja man hat auch selbst kleine Gletscher, welche längere Zeit dauerten und ihre Umgegend verschlechterten, auf solche Weise unter den Augen der Alpen-Bewohner neu entstehen sehen. Es ist endlich eine besonders den Gletschern von Saussure's zweiter Art stets eigenthümliche Erscheinung, dafs die Körner ihres Eises nach der Höhe zu, wo das Wasser den Schnee nicht mehr vollkommen zu tränken im Stande ist, immer kleiner und lockerer werden, und dafs sie stufenweise ganz allmälig in vollkommenen Schnee übergehen.

So etwas findet selbst, wie uns Andere berichten, auch bei den gröfseren Gletschern statt, und so sagt namentlich Charpentier **), man könne es als eine fast völlig allgemein geltende Norm annehmen, dafs die Gletscher in den hohen Gegenden, wo sie sich nahe den höchsten Gipfeln und Kämmen der Berge und in den kältesten Gegenden befinden, eine andere Beschaffenheit ihrer Eismasse zeigen, als weiter unten, wo sie mehr in tiefen Thälern und engen Schluchten eingeschlossen er-

*) Alpenreise II, 207.

**) Gilb. Ann. 63. S. 392.

scheinen; dort sind sie mehr schneeartig, d. h. wie ein kompakter zusammengefrorner Schnee, hier mehr wie ein wirkliches Eis, denn in den hohen Regionen kann das sparsame Regen- und Schneewasser selten auf den hoch aufgelagerten Schnee einwirken, und ihn nicht so vollkommen durchsickern und zu Eis gefrieren machen, wie das sehr viel häufigere Wasser in tiefen Thälern und Schluchten, welches hier stärker in den Schnee eindringen kann, und dadurch ein dichteres Eis sich zu bilden veranlafst. — Auch Hugi machte eine sehr sprechende Beobachtung dieser Art an dem sogenannten Aletsch-Gletscher an der Südseite der Jungfrau. Er fand nämlich dort unter dem Elsenhorn die Krystalle des Eises, wie er sie nennt, regelmäfsig grofs und von etwa 2 Zoll im Durchmesser; schon eine Stunde weiter aufwärts waren sie nur stark nufsgrofs, und noch zwei Stunden weiter viel kleiner.

Hugi macht überhaupt insbesondere darauf aufmerksam, dafs die körnige, wie aus Hanfkörnern, welche auf der Hand zerfallen, gebildete Schneemasse, welche er überall in den oberen Theilen der von ihm untersuchten Gletscher fand, von den Alpen-Bewohnern sehr wohl unterschieden und mit dem Namen Firn belegt wird. Er fand, dafs dieser Firn sich immer zuerst an der Oberfläche der Gletscher einstellt, indem man ihn aufgrabend in der Tiefe bald immer noch festes Gletschereis findet, in welches er übergeht. Je gröfser aber die Meereshöhe wird, desto tiefer liegen die Eismassen unter ihm, und Hugi fand, dafs die Stelle, an welcher sich zuerst an Gletschern der Firn einstellt, ein in gewissen Gegenden ganz ungemein konstantes Verhältnifs der Meereshöhe zeige. Er schlägt daher vor, in den Alpen eine von ihm sogenannte Firnlinie zu unterscheiden, welche bei weitem weniger Abwechselungen und Unregelmäfsigkeiten unterworfen sey, als selbst die Schneegrenze, und aus mehrfachen Gründen vielleicht schicklich derselben sub-

stituirt werden könne. Damit ist auch Kämtz, ein bewährter Beobachter der Alpen, völlig einverstanden. Als Beweis für die Beständigkeit dieser Grenze der Firnlinie giebt Kämtz folgende Messungen von deren Höhe:

Oberhalb des Grindelwaldgletschers	1269 T. od. 7614 F.
Oberhalb dem Rosenlaui zwischen Grindelwad und Meiringen am Wetterhorn (Tosenhorn) . .	1272 T. od. 7632 F.
Auf dem Unteraargletscher (zwischen dem Schreckhorn und Finster-Aarhorn	1280 T. od. 7680 F.
Auf dem Oberaargletscher . .	1283 T. od. 7698 F.

Wir sehen daher hier nach oben hin zugleich in etwa 7600—7700 F. Meereshöhe, die Grenze angegeben, welche die eigentlichen Gletscher in diesem Theile der Alpen nicht mehr übersteigen, und wir müssen von der Zukuuft die Bestätigung dieser Bemerkung auch in anderen Theilen des Gebirges durch spätere Beobachtungen erwarten.

Die eigentliche Farbe des Gletschereises ist nach allen Aussagen im reflektirten Lichte milchweifs, wie beim Schnee, und man sieht daher, wie Ebel bemerkt, oft Gletscher an ihrer Oberfläche noch aus grofser Nähe für Schneefelder an. Wenn sie aber Spalten haben, und einzelne Theile des Eises frei vorragend über den andern in die Höhe stehen, dann verwandelt sich diese Farbe beim Durchscheinen (im durchfallenden Lichte) in ein schönes leuchtendes Meergrün, ja bei dickeren Stücken, und wenn man in tiefe Spalten schaut, erscheint diese Färbung wie ein dunkles und sehr tiefes Lasurblau. Es sehen daher oft einzelne aufragende dicke Eisschollen oder Eis-Pyramiden fast wie von Kupfer-Vitriol gebildet aus, und Saussure beschreibt diese Erscheinung als höchst prächtig an den zahlreichen hohen Eiszacken des Bosson-Gletschers, welcher von der

Aiguille de Midi, neben dem Montanvert in das Chamouny-Thal herabsteigt. Hugi und Kämtz sagen von der Gletscherfarbe dasselbe, doch haben sie zugleich auch bemerkt, was nicht wohl zu erklären ist, dafs das schöne Lasurblau und mit ihm das Meergrün immer matter wird, je höher wir an dem Gletscher hinaufsteigen. Von einigen Gletschern übrigens wird ferner die Farbe mehr grau, ja von andern, wie z. B. von dem bekannten Rossbadengletscher an der Simplon-Strafse wird sie sogar fast ganz schwarz angegeben. Nach Charpentier's Bemerkungen kommt diefs nur von Unreinigkeiten her, welche die Eismasse aufnimmt, wenn der Gletscher in Felsenthäler oder Schluchten gelagert ist, deren Wände aus leicht auflöslichen Gebirgsarten gebildet sind; bei ganz rein gewaschenen Gletschern und klarem Eise findet diese schwarze Färbung niemals statt.

Sehr charakteristisch ist die Beschaffenheit der Oberfläche der Gletscher; wenn sie auf schwach geneigtem oder ganz ebenem Grunde liegen, so sind sie vollkommen eben und gleichförmig wie die Schneefelder, und man kann sie mit Leichtigkeit überschreiten, ja man würde, wie Saussure bemerkt, hier zu Pferde und zu Wagen gefahrlos über sie fortkommen, wenn es möglich wäre, dergleichen an diese meist in den höheren Theilen befindlichen Orte hinzubringen. Ganz anders aber gestaltet sich diese Oberfläche, wenn die Eismassen, wie so häufig, auf steil geneigtem Grunde oder auf, in ihren Neigungen oft wechselnder Fläche liegen. In solchen Fällen kann sich die Gleichförmigkeit der glatten Oberfläche sehr natürlich nicht erhalten; das darüber gelagerte Eis spaltet seiner ganzen Stärke nach in unzähligen Richtungen, und seine Masse zertheilt sich in unzählige ringsum scharf abgeschnittene, oft hausgrofse Tafeln, Pyramiden und verworren durcheinander geschobene Schollen, welche das Bild eines im vollen Aufruhr erstarrten

Meeres darstellen. Die Wirkung von dem Anblicke einer fast unabsehbar weit ausgebreiteten Eismasse, welche in so abenteuerlichen Formen und Verschiebungen emporstarrt, die Variation, welche in dieselbe das Einwirken verschiedener Beleuchtungen und der Charakter der Umgebungen bringen, machen auf dem Beschauer einen ausnehmend imponirenden Eindruck, und es ist daher auch in diesem Zustande, vorzugsweise in welchem die Gletscher besucht und von den Beobachtern beschrieben werden. Wer die Gletscher im Thale von Chamouny an ihren unteren, auf steil abfallenden Thalschluchten gelagerten Enden, das Mer de Glace, den Bosson, den Glacier d'Argentière oder vor Allen den höchst grofsartigen Rhonegletscher gesehen hat, dem wird der Anblick der prachtvollen, zuweilen 50—100 F. hohen Eis-Pyramiden an ihrer Oberfläche stets unvergefslich bleiben.

Obgleich die Gletscher vorzugsweise in den höheren Theilen des Gebirges in Thälern 7—8000 F. hoch über dem Meere liegen, so erstrecken sie sich doch von dort häufig ununterbrochen zu sehr ansehnlicher Tiefe bis in die bewohnten Theile der Alpenthäler hinunter. Die untern Enden der Gletscher, die wir im Chamouny-Thale bewundern, die von Grindelwald u. s. w., steigen oft bis zu kaum mehr als 3000 F. Höhe über dem Meere herab, und es ist in der That ein bewundernswürdiger Anblick, hier oft sehr ansehnliche und sparsam zertheilte Eismassen mitten in kräftig wachsenden Tannenwäldern, welche von ihren Pyramiden überragt werden, oder auf frisch grünenden Wiesen, oder, wie es selbst noch vor wenigen Jahren mit dem Bosson-Gletscher im Chamouny der Fall war, selbst mitten in einem üppig wachsenden Kornfelde zu finden. Diese Erscheinung hat von jeher die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gezogen, und bei dem Versuche sie zu erklären, liegt wohl vor Allem die Ansicht sehr

nahe, dafs diese Eismassen an den Orten, unter dem milden Klima, wo wir sie finden, nicht entstanden seyn können, sondern dafs sie durch ein allmäliges Vorwärtsrücken aus ihren hohen Geburtsstätten herabgekommen seyen.

Für eine solche stets vorwärts schreitende Bewegung der Gletscher spricht eine grofse Menge von Thatsachen. Fast niemals erhalten sich die unteren Enden der Gletscher mehrere Jahre hindurch genau auf derselben Stelle, denn während sie durch die hohe Temperatur in den tiefen Alpenthälern ununterbrochen 5 bis 6 Monate lang wegschmelzen, ohne an Ort und Stelle einen Zuwachs durch neues Gefrieren zu finden, rücken sie dennoch im Frühjahr und auch selbst mitten im Sommer auf eine wahrhaft beunruhigende Weise vorwärts. Es werden in dieser Beziehung eine Menge von höchst auffallenden Beispielen angeführt, und wenn auch die Maafse des Fortschreitens sehr ungleich sind, so ist dennoch diese Thatsache im Allgemeinen auf keine Weise zu bezweifeln.

So war der Bosson-Gletscher im Chamouny-Thale in drei Jahren (von 1815—18) nach genauen von Charpentier angestellten Messungen um 1048 F. vorwärts gegangen; er hatte dabei einen hohen Tannenwald durchbrochen, und stand nun ein paar hundert Fufs weit mitten in einem Gerstenfelde. Der Gletscher von Trient, zwischen Martinach und dem Chamouny-Thale, war während des Sommers 1818 um 120 Fufs vorgerückt; der obere Grindelwaldgletscher hatte zu derselben Zeit in Jahr und Tag um wenigstens 50 Schritt an Länge gewonnen. Ja man weifs selbst aus unverdächtigen Zeugnissen, dafs es eine Zeit gab, in welcher die beiden Grindelwaldgletscher noch nicht in die Thäler, welche sie jetzt einnehmen, hinabreichten. In dem Thale, welches zwischen dem Eiger, dem Mettenberge und den Vieschhörnern einschneidet, zwischen

schen den entfernter stehenden hohen Felshörnern der Jungfrau und des Finsteraarhorn war noch im 16ten Jahrhunderte ein mit einer gangbaren Strafse versehener Pafs aus dem oberen Aarthale in Wallis hinein offen. Und auf einer jetzt mit ewigem Eise bedeckten unzugänglichen Stelle stand eine im Anfange des 17ten Jahrhunderts von dem vorrückenden Eise zerstörte Kapelle, deren Glocke man später wiedergefunden hat, und noch im Dorfe Grindelwald aufbewahrt. Zahlreiche analoge Ereignisse, welche sich auf historisch begründeten Thatsachen stützen, berichtet Kasthofer *).

Oft findet man in dem Gletschereise die Reste von abgestorbenen Baumstämmen, welche sie in Wäldern überdeckt haben und mit sich forttrugen. Sehr oft übrigens schmelzen mehrere nach einander folgende heifse Sommer die unten vorrückenden Enden dieser grofsen Eismassen mehr oder minder weit wieder ab, und früher von ihnen bedeckte Strecken werden von Neuem befreit. Dann sagt man, der Gletscher gehe zurück, und man besucht wohl sicher niemals die Ränder von irgend einer dieser Bildungen, ohne gleichzeitig durch die zahlreichen von ihnen zurückgelassen Spuren darauf aufmerksam gemacht zu werden, dafs sie in verschiedenen Zeiten an ihren Enden stets eine andere Stelle als ihre gegenwärtige einnahmen.

Doch man sieht auch zuweilen selbst das Vorrücken des Gletschereises durch eine deutlich wahrnehmbare Bewegung in günstigen Momenten selbst noch unter seinen Augen vorgehen. So erzählt Saussure, dafs, als er im Jahre 1764 an einem der Gletscher des Montanvert übernachtete, er die Ränder desselben während der ganzen Zeit seines Aufenthaltes fortwährend sich bewegen sah; ja er ward einst im Jahre 1761 neben dem Peleringletscher von dem Fortrücken des Eises durch

*) Alpenreise I, 297.

das Herabrollen eines vor seinen Augen fortgeschobenen Granitblockes überzeugt, welcher leicht seinem Leben hätte Gefahr bringen können.

Ueber die Art wie dieses Fortrücken der Gletscher geschieht, herrschen zum Theil selbst bei genaueren Beobachtern etwas abweichende Meinungen; wenn wir indefs vorzugsweise die von Saussure und Ebel gegebenen Erläuterungen berücksichtigen, so erklärt sich diese merkwürdige Erscheinung in der That auf eine sehr einfache Weise. Es mufs nämlich, nach der oben gegebenen Ansicht von dem ersten Entstehen grofser Gletscher, das Eis sich in den Hochthälern der Alpen in dem Laufe der Jahre auf eine unsägliche Weise anhäufen; es steigt hier und nimmt zu, bis es die Ränder seiner Felseneinfassungen erreicht hat, und es übersteigt dieselben natürlich zunächst in den tiefsten Ausschnitten, welche die an den Berghängen herabführenden Verbindungsschluchten zwischen den Hochthälern und den tiefer liegenden Thalgründen zu seyn pflegen. Indem das Eis in die oberen Enden dieser Seitenthäler eintritt, gelangt es auf eine mehr oder minder stark abhängige Grundlage. Die zusammenhängende spröde Eislage wird auf derselben nicht länger sich in ihrem ursprünglichen Zusammenhange zu halten vermögen. Sie reifst, und mit donnerndem Krachen eröffnen sich Spalten an der Oberfläche der Gletscher. Diese Spaltenbildung ist ein von allen Beobachtern in den höheren Theilen der Gletscherthäler vorzugsweise bemerktes Phänomen, und sehr schön schildert unter Anderen Ebel, wie das Donnergetöse des Aufberstens und die mit demselben verknüpften Erschütterungen, welche zuweilen die benachbarten Berge erzittern machen, einen wunderbaren Kontrast gegen die gewöhnlich in den höheren Gebirgsgegenden herrschende majestätische Stille darbietet. Oft ist Gefahr vorhanden, dafs solche mehr als hundert Fufs tiefe und einige Fufs breite Spalten unvorhergesehen plötzlich unter den Füfsen des

darüber schreitenden Wanderers aufbrechen, und oft ist durch solche neu entstandenen Berstungen die Gestalt einer Gletscherfläche, welche er am Morgen überschritten hat, am Abende bei seiner Rückkehr so verändert, dafs er den früher dort eingeschlagenen Weg nicht mehr wiederfindet.

Durch das Aufbersten solcher Spalten aber unter den angegebenen Umständen kommen natürlich einzelne Theile der bis hieher zusammenhängenden Eismasse aus dem Gleichgewicht, untere Eisstücke werden frei und gleiten langsam, wenn sie keine Gletscher-Lavinen bilden können, an dem steil geneigten Abhange herunter, obere Enden ferner verlieren ihren Stützpunkt, das von oben her sich anhäufende Eis, das nun Mittel zur Entladung der hohen Alpenthäler gefunden, drückt sie abwärts, und mit furchtbarem Krachen schliefst sich durch das Nachschieben der oberen Eismasse nun sehr oft die neu gebildete Spalte wieder, wobei nicht selten die auf einander prallenden Eiswände zerschmettert und in tausend Stücken gewaltsam umhergeschleudert werden. So beginnt nun also eine fortgleitende Bewegung, von welcher das Resultat ein allmäliges Herabrücken der Gletscher in die tieferen Thalgegenden seyn mufs, welches so weit hinab anhält, bis die nach unten stets vermehrte Temperatur von der Eismasse so viel abschmilzt, als durch Nachschieben ihr zuwächst, und die Natur scheint ausdrücklich diesen Weg sich gewählt zu haben, um die im höheren Gebirge stets wachsenden Eismassen verhältnifsmäfsig sich vermindern zu lassen.

Je tiefer hinab indefs die Gletscher so vorrücken, desto mehr Ursachen finden sie, welche ihr Herabgleiten und ihre Zerspaltung an der Oberfläche befördern; denn es wirkt nicht nur auf die Eismasse die höhere Temperatur an der Oberfläche der Luft, sondern es steigert sich auch unter ihr gleichförmig die mittlere Temperatur des Bodens. Diese steht hier das ganze Jahr hindurch

mehr oder minder über 0°, und da Eis und Schnee zu den schlechtesten Wärmeleitern gehören, so schmilzt nun der Boden auch viel von den ihn berührenden unteren Theilen der Eismassen. Es werden dieselben durch diesen Umstand nun mehr oder minder unterhöhlt, und aus dem unteren Theile der Gletscher fliefsen daher fortwährend im Sommer und Winter mehr oder minder starke Wasserströme hervor, welche den ansehnlichsten Flüssen der Alpen ihre nie versiegenden unerschöpflichen Quellen geben. Der Rhein und die Rhone, die Arve, die Aar u. s. w. entspringen auf die Weise aus den unter der Oberfläche der Gletscher hervorströmenden Bergwassern; und indem sich dieselben durch ihr Herabstürzen in der Eismasse weit fortsetzende Kanäle bilden, geben sie häufig bei ihrem Austreten Veranlassung zu dem Entstehen ungemein schöner und prächtig gewölbter Eisgrotten. So bildet der Arveiron, wo er aus dem unteren Ende des Bois-Gletschers heraustritt, eine prachtvolle Grotte, deren Gewölbe, nach Saussure's Beschreibung, reichlich 100 F. hoch und gegen 50—80 F. breit ist; auch die Rhone zeigt am Fufs ihres Gletschers sehr oft eine solche Erscheinung, und allen Reisenden sehr wohl bekannt ist die schöne Krystallgrotte, aus welcher die schwarze Lütschine (ein Zufluss der Aar) unter dem kleinen Grindelwaldgletscher hervorbricht. Wie tief diese Grotten und Kanäle unter den Gletschermassen fortsetzen, davon haben wir durch Zufall viele schlagende Beweise. Eins der merkwürdigsten giebt das in vielen Büchern erzählte Abenteuer des Wirthes von Grindelwald (Christian Borer), welcher i. J. 1790 hoch oben im Gletscherthale beim Herabtreiben seiner Heerde vom Böniseck in eine Gletscherspalte fiel, und glücklicherweise unten den Kanal eines Giefsbaches erreichte. Er folgte demselben stundenlang fortkriechend mit zerbrochenem Arme, und als man ihn längst schon verloren glaubte, kam er end-

lich an dem Ausflusse des Gletschers aus der Grotte der Lütschine zum Vorschein.

Dafs diefs Unterhöhlen der Gletschermasse übrigens gar viel zu dem Fortgleiten und Aufreifsen des Eises beitragen müsse, ist von selbst klar. Die nun viel weniger als vorher unterstützten Eistheile stürzen an unzähligen Orten zusammen, und die durch Schmelzen an der Oberfläche in Sommertagen entstehenden Wasserbäche ergiefsen sich in die neu geöffneten Spalten. Sie vermehren das Volumen des aus der Gletschermasse herabkommenden Wassers, und es ist daher eine sehr bekannte Erfahrung, dafs man nicht nur an warmen Sommertagen mit zunehmender Hitze eine Menge zum Theil sehr ansehnlicher Ströme frischen klaren Wassers auf der Oberfläche des Eises findet, welche vom Morgen an bis spät Nachmittags immer zunehmen, sondern man weifs auch in den Thälern, welche von Gletschern ihr Wasser erhalten, dafs nach trockenen warmen Tagen die Gebirgsbäche gegen Abend am stärksten, Morgens bei Sonnen-Aufgang aber am schwächsten fliefsen.

Diese Gletscherwasser zeichnen sich durch eine ihnen stets eigenthümliche, milchähnliche, weifslichblaue Farbe aus, welche sie unvermischt auf einer Strecke von mehreren Stunden unverändert beibehalten. Es kommt dieselbe nach Ebel von einer innigen Beimengung fein geriebener Steintheilchen her (Quarz, Feldspath, Glimmer); Andere sehen sie indefs als durch irgend eine spezifische Beschaffenheit des Wassers bedingt an, und diefs geschieht nach Naumann's Bemerkung*) ganz besonders in Norwegen, wo die Gletscherwasser stets klar und dabei so auffallend blaugrün von Farbe sind, dafs man sie sogleich von den aus gewöhnlichen Quellen herkommenden Wassern auf's Leichteste unterscheidet. — Uebrigens fliefsen diese Gletscherwasser, wie ausdrücklich bemerkt wird,

*) Reise I, 122.

nicht nur während des Sommers, sondern, da sie von der mittleren Temperatur des Bodens erzeugt werden, ununterbrochen, wiewohl weniger reichlich, auch während des Winters. Saussure machte sogar, um sich von der Wahrheit dieser Thatsache zu überzeugen, während des Winters einst eigens eine Reise in das Val de Chamouny. Er fand dabei die schöne Eisgrotte des Arveiron durch frisches Eis fast ganz zugefroren, doch unten flofs ein starker frischer Wasserstrahl hervor, welcher, wie gewöhnlich, seinen Tribut in die Arve trug.

Wir sehen also, dafs das Unterhöhlen der Eismassen, und mithin auch die Ursache zu ihrem Herabgleiten, das ganze Jahr hindurch ununterbrochen fortdauert, und es ereignen sich daher auch Einstürze und Fortschiebungen der Gletschermassen zu allen Jahreszeiten, ganz besonders aber im Frühlinge und Sommer, wenn die zerstörenden Wirkungen die Eismasse kräftiger angreifen, und wenn der Unterschied der Temperaturen von der den Gletscher umgebenden und in ihm eingesperrten Luft Störungen des Gleichgewichtes, Druck und Zerreifsungen veranlassen. Denn dafs dergleichen wirklich stattfinde, sieht man daran, dafs zuweilen plötzlich aus den Spalten der Gletscher eiskalte Winde mit einer Heftigkeit hervorstofsen, welche umherliegende Eistheilchen losreifst, und sie wie Schneestaub weit umherschleudert. Sie rühren davon her, dafs warme Luftströme von unten durch die Gletscherhöhlen aufsteigen, sich in denselben anhäufen und abkühlen, und die kalte Luft, welche dem Zuge folgend irgendwo durch eine Seitenöffnung entweichen mufs, vor sich her treiben. Man nennt diese auffallenden kalten Windstöfse in den deutschen Alpen Gletschergebläse.

Das Einstürzen innerer Gletscherhöhlen veranlafst zuweilen ein temporäres Abdämmen der aus dem Innern hervortretenden Wasser; sie werden eine Zeitlang zurückgehalten, dann aber überwältigen sie durch den

Druck den ihnen entgegenstehenden Widerstand. Sie erheben dann theilweise die über ihnen lastende Eisdecke, zersprengen und verschieben ihre Seitenwände, und stürzen in wüthendem Laufe Alles vor sich hertreibend mit verdoppelter Stärke hervor. Solch ein Beispiel erzählt Saussure vom Arveiron, als einst seine Eisgrotte (was öfter geschehen soll) zusammenstürzte, und es ereignet sich dergleichen nach Ebel auch bei andern Gletschern.

Es wirken alle diese Ursachen gemeinsam zu einem Herunterschieben der Gletscher aus den höheren Gegenden in die niederen, und es bedarf daher einer andern Erklärungsweise nicht; doch ist es eine schon in frühen Zeiten vorgetragene Meinung *), dafs die Gletscher in den niederen Berggegenden sich hauptsächlich während heifser Sommer durch das nächtliche Gefrieren des bei Tage geschmolzenen Schneewassers vermehren, und neuerdings haben besonders Charpentier und Biselx es wahrscheinlich zu machen gesucht, dafs das Fortrücken des Eises durch das Gefrieren und Auseinanderdrängen des in die Spalten eindringenden Wassers bewirkt werde.

Die erste Ansicht hat indessen schon Saussure durch vielfache Erfahrungen widerlegt, indem er fand, dafs die Menge des in Sommernächten sich auf Gletschern bildenden Eises aufserordentlich gering sey, und jedesmal wieder am folgenden Tage mit verzehrt werde. Der letzteren Ansicht aber hat ganz insbesondere Escher v. d. Linth sehr überzeugende Gründe entgegengestellt, da es unmöglich ist, dafs die in offenen Spalten gefrierende Masse einen Druck auf die Seitenwände ausübe, wenn nicht die ganze, die Spalte erfüllende Masse auf einmal gefriert, und auch dann noch würde die sich ausdehnende Eismasse es leichter finden, nach oben hin,

*) *Journ. de Phys. May* 1779.

wo nichts ihr im Wege steht, auszuweichen. Es müfsten aber auch ferner, wenn diese Ansicht die richtige wäre, sich keilförmige Massen klaren kompakten Eises zwischen dem beschriebenen Gletschereise stellenweise eingewachsen befinden, welche kein Beobachter gesehen hat. Wir dürfen also diese Ansicht, welche viel Diskussionen (in Gilbert's Annal. der Physik) veranlafste, als genügend beseitigt betrachten.

Noch ein anderes Phänomen, welches Aufmerksamkeit verdient, sind die auf den Gletschern befindlichen Steine, Sand und Geröllmassen, welche von allen Beobachtern bemerkt worden, und mit welchen einzelne Gletscher stellenweise so bedeckt sind, dafs die darunter befindliche Eismasse kaum kenntlich ist. Es sind diefs losgebröckelte und herabgefallene Stücke von den die Gletscherthäler einfassenden Felswänden, welche sich im Zustande der Verwitterung befinden, die vom Eise weiter vorwärts getragen, und bei der durch das Schieben entstehenden Reibung sehr oft an ihren Kanten wie Flufsgeschiebe abgerollt werden; doch geben sie auch noch zu einigen anderen, der Bemerkung nicht unwürdigen Erscheinungen Veranlassung.

Es werden nämlich diese Geschiebe besonders an den Seitenwänden des Gletschers, wo sie herabfallen, aufgehäuft, und da unter ihnen das vor den Sonnenstrahlen geschützte Eis schwerer wegschmilzt, so erhöhen sie sich und bilden zu beiden Seiten des Gletschers eine wallartige, auf erhöhtem Eise liegende Einfassung. Aber besonders zeigen sich diese Steinwälle an den unteren Enden der Gletscher, wo dieselben im Fortschieben oder Zurückschreiten begriffen sind, und dort sind sie in der Regel ganz aus locker aufgeschütteten Massen ohne Eisgrundlage gebildet. Denn der Gletscher trägt im Herabschieben alle auf ihn gefallenen Blöcke mit sich herunter, und läfst sie endlich begreiflich da, wo zu starkes Abschmelzen ihn am Fortwachsen hindert, an seinem

Rande liegen. Diese so aufgeschütteten, die unteren Enden des Eises ringförmig einfassenden Wälle werden in der deutschen Schweiz Gandecken, in der französischen Moraines genannt.

Wenn der Gletscher zwischen Wänden von leicht zerstörbaren Gebirgsarten hindurchgeht, und noch dazu längere Zeit hindurch mit seinem unteren Ende an derselben Stelle verweilt, so können diese Wälle zu sehr ansehnlichen Bildungen anwachsen; während sie gewöhnlich nur 12—15 Fufs Höhe und eine entsprechende Breite besitzen, fand Saussure an dem Glacier de Miage auf der südöstlichen Seite des Montblanc sie bis zu 100 ja 150 Fufs hoch.

Diese Morainen geben auch auf's Deutlichste von dem Vor- und Rückschreiten der Gletscher in verschiedenen Epochen Rechenschaft, und selten besucht man einen Gletscher, ohne schon in tausend Schritt Entfernung und darüber mehrere solche parallel hinter einander liegende Wälle überstiegen zu haben. Einige derselben sind entschieden sehr alt, und man kann diefs besonders aus der auf ihnen befindlichen Vegetation, oft grofse Lärchen oder Tannen (am Grindelwald), schliefsen, denn es währt immer eine sehr lange Zeit, oft viele Jahrzehende, bevor, wenn ein Gletscher sich zurückgezogen, der zwischen ihm und der alten Moraine befindliche, durch Ueberschlämmung und erstarrende Kälte verdorbene Boden wieder Vegetation aufzunehmen vermag. Saussure hat ferner eine sehr feine Beobachtung an diesen Morainen gemacht, welche beweist, ob ein Gletscher noch im Fortschreiten oder im Zurückgehen begriffen ist; im ersteren Falle wird er nämlich mit seiner Eisoberfläche höher als die Moraine seyn, im letzteren dagegen niedriger.

Diese Morainen sind auch dem Geognosten besonders merkwürdig wegen der Mannigfaltigkeit der Gesteine, welche in ihnen über einander geschüttet liegen, und nichts

beweist wohl sicherer, dafs das Eis wirklich aus den höheren Gebirgsgegenden in die tieferen geschoben wird, als der Umstand, dafs sich unter den, von den Gletschern abgeworfenen Gesteinen sehr viele finden, welche in den unteren Thalgegenden, wo wir sie jetzt auflesen, nicht anstehend vorkommen. Dieser Unterschied ist zuweilen sehr auffallend; so mündet der Arveiron-Gletscher im Chamouny-Thale hart neben einem steil aufsteigenden Kalksteinberge, der Gletscher aber wirft an seiner Moraine niemals Kalkstein, sondern immer nur Granit-, Gneis- und Schieferstücke auf, welche in den hohen Thälern, aus welchen der Gletscher seinen Ursprung nimmt, am Montanvert u. s. w., vorkommen. Saussure fand solche hergeschobenen Granitstücke streifenweise nackt auf dem Kalksteine liegend, selbst an Stellen, welche mehr als 100 F. über dem heutigen Niveau des Arveiron-Gletschers erhoben waren; er berichtet, dafs die meisten Morainen, die er untersucht hat, aus Gebirgsarten bestehen, welche nur in grofsen Höhen, in entfernten Gebirgsthälern losgerissen seyn konnten. Eben so ist es am Grindelwald und am Rhone-Gletscher.

Einzelne Steine, welche auf der Oberfläche der Gletschereismasse zerstreut liegen, geben zu merkwürdigen, den Reisenden sehr auffallenden Erscheinungen Veranlassung; sie verhalten sich ganz verschieden, je nachdem sie grofs oder klein sind. Ist ein Stein nämlich klein, so sieht man ihn sehr bald, nachdem er auf die glatte Oberfläche des Eises gefallen ist, in einer rings um ihn entstandenen Vertiefung liegen. Es rührt natürlich daher, weil er als ein dunkler und dichter Körper stärker als die umgebende Eismasse von den Sonnenstrahlen erwärmt wird und die von ihm ausstrahlende Hitze daher das Eis in seinen Umgebungen stärker wegschmilzt. Diese Erklärung, an welcher nichtsdestoweniger doch zuweilen Ausstellungen gemacht worden, ist so entschieden die richtige, dafs sie auch auf alle anderen

dunkel gefärbten Körper angewendet werden kann, welche der Zufall auf das Eis führt. So ist es namentlich eine ganz gewöhnliche Erscheinung, dafs man auf der Oberfläche der Gletscher oft noch lebende Insekten findet, welche der bei Tage aus der Tiefe aufsteigende warme Luftstrom mit sich fortgerissen, hieherführte, und diese sinken nach einiger Zeit oft bis fufstief in das Eis ein, indem sie der Grube, welche sie bilden, genau einen Abdruck ihrer äufseren Umrisse bis auf die feinsten Theile (Fühlhörner der Schmetterlinge, Beine der Käfer u. s. w.) geben. Sand, Asche, schwarze Erde u. s. w., bringen, auf die Oberfläche des Schnees oder Eises gestreut, ganz dieselbe Wirkung hervor, ja es ist diefs den Alpenbewohnern so wohl bekannt, dafs sie z. B. im Chamouny-Thale, wie Saussure *) erzählt, sich des Bestreuens mit schwarzer Erde bedienen, um ihre vom Schnee bedeckten Felder vierzehn Tage oder drei Wochen früher, als sonst geschehen würde, vom Schnee zu befreien und bestellbar zu machen.

Die Gruben, welche die kleineren Steine auf den Gletschern bilden, sind oft 1—2 F. tief, und haben, wie Kämtz **) berichtet, eine ganz eigenthümliche Gestalt, welche sich nach den Weltgegenden und auch in etwas nach der Form des Steines richtet. Sie sind nämlich gewöhnlich oval, auf dem Boden muldenförmig; doch ist der Abhang der Vertiefung auf der Nordseite stets steil und sehr kurz, aber auf der Südseite stets lang und sanft geneigt, wovon die Ursachen sehr leicht aus der Natur der Erscheinung selbst zu erklären sind. Besonders merkwürdig aber ist es, dafs, wie man deutlich aus allen Uebergangsformen sehen kann, diese Gruben mit der Zeit immer tiefer werden, und dafs sie endlich in Tiefen, welche den Zutritt der Sonnenstrahlen nicht mehr

*) Alpenreise III, §. 740.

**) Schweigger's Journal LXVII. 249. a. 1833.

gestatten, sich in cylindrisch geformte, 20—30 F. tiefe Löcher verwandeln, welche zuletzt selbst den Gletscher durchbohren, und den oben fliefsenden Schmelzwassern in die Tiefe Abzug geben können. Die Erscheinung solcher 1 bis 2 Fufs im Durchmesser haltenden Löcher ist auf vielen Gletschern sehr häufig, und an manchen Stellen erscheint die Oberfläche derselben wie ein Sieb durchbohrt. Sie stehen gewöhnlich voll Wasser, und um ihre Tiefe zu prüfen, pflegen die Reisenden ihre langen Alpstöcke hineinzustofsen, welche dann oft erst nach einigen Sekunden hoch auftanzend wieder hervorkommen. Die Erklärung von der Bildungsweise dieser Löcher scheint räthselhaft; sie ist indefs auf eine sehr genügende und scharfsinnige Weise zuerst von Graf Rumford *) versucht worden. Sich stützend auf die Thatsache, dafs das Wasser seine höchste Dichtigkeit bei $+4^0$ R. erreicht, und von dort bis zum Gefrierpunkt sich wieder ausdehnt, zeigt er, dafs bei Erkaltung der in der Grube um den Stein sich sammelnden Wasserschichten diejenigen, welche die eben angeführte Temperatur angenommen haben, nothwendig in die Tiefe sinken müssen, während das wärmere und das stärker erkältete Wasser als das specifisch leichtere in die Höhe steigt. Es wird daher durch das stete Niedersinken der über 0^0 Temperatur habenden Wassertheilchen fortwährend das Eis auf dem Boden der Vertiefungen abschmelzen, und die Tiefe der einmal gebildeten Grube fortan immer zunehmen, bis dieselbe in Form eines senkrecht niedersetzenden ovalen Cylinders den Gletscher durchbohrt hat.

Sehr auffallend ist die entgegengesetzte Wirkung, welche grofse Steine auf die Oberfläche der Gletschermasse ausüben. Diese werden an ihrer Oberfläche zwar auch gleich den kleinen Steinen von den Sonnenstrahlen erwärmt, allein die Wärme kann sie wegen ihrer bedeu-

*) Gilb. Annal. XVIII. 361.

tenden Masse, und weil sie schlechte Wärmeleiter sind, nicht mehr ganz durchdringen. Es behält daher die Berührungsfläche zwischen einem solchen Stein und der Eismasse ungeändert ihre niedrige Temperatur, und während das Eis rings umher den Wirkungen der Sonnenstrahlen ausgesetzt ist, können dieselben auf die Stelle, wo der Stein liegt, nicht einwirken. Es wird daher die Oberfläche des Eises rings umher abschmelzen, und nur der Theil, welchen der Stein deckt, wird in seiner vorigen Höhe stehen bleiben. Anstatt einzusinken liegt daher der Stein, bald nachdem beim Vorrücken in die warme Jahreszeit die Wirkungen der Sonnenstrahlen begonnen haben, auf einer frei hervorragenden Eissäule.

Diese Eissäulen mit einem Steine auf ihrer Spitze, werden daher auf sehr vielen Gletschern gefunden, und sie erregen, ihres ausgezeichneten Charakters wegen, die Aufmerksamkeit der Reisenden. Besonders häufig, und wohl 12—15 F. über der Oberfläche hervorragend, sind sie auf dem Ober-Aargletscher zu Hause, und man kennt sie dort unter dem sehr bezeichnenden Namen der Gletschertische. Kämtz hat darauf aufmerksam gemacht, dafs auch die Gestalt dieser vorragenden Eismassen sich in ganz auffallender Weise nach der Weltgegend richtet; auf der Südseite nämlich schmelzen sie steil, ja fast senkrecht ab, auf der Nordseite dagegen, wo fast den ganzen Tag hindurch der Schatten des Steines ruht, sinken sie sanft nieder. Wenn die Schmelzung an ihnen sich fortsetzt, so wird gewöhnlich der Südabhang an seinem oberen Ende, wo er den Stein berührt, zuerst weggenommen; der Stein verliert die gleichförmige Unterstützung, läfst die Eissäule frei stehen, und mufs südwärts herabfallen, wo er denn am Fufse seiner vormaligen Grundlage liegend, nun einen neuen Gletschertisch bildet.

Man bemerkt nicht selten auf der Oberfläche des Eises, oft mitten in demselben und entfernt von den

Thalrändern stumpf kegelförmige, 30—40 F. hohe Anhäufungen von Sand, Schutt und Steinen, wie Grabhügel gebildet, welche auf einer merklich erhöhten Grundlage liegen, und sich gewöhnlich in einer gröfseren Anzahl nahe bei einander vorfinden, so dafs sie eine Art von oft unterbrochener Hügelreihe bilden. Diese Gebilde nennt man in der deutschen Schweiz Gufferlinien (Gouffrelignes).

Es ist die Meinung bei den Alpenbewohnern verbreitet, als ob diese hervorragenden Schuttmassen durch eine dem Eise eigene hervorstofsende Kraft in die Höhe getrieben werden, und da man mehrfach die Bemerkung gemacht hat, dafs fremde Körper, welche durch Zufall in die Spalten des Eises fallen, meist tiefer unten an der Oberfläche wieder zum Vorschein kommen, so glaubt man gewöhnlich, das Eis habe eine ihm eigene hervortreibende Kraft, vermöge deren es sich von den ihm zugeführten fremden Beimengungen reinige. Indefs hat schon Saussure diese Meinung mit überzeugenden Gründen widerlegt *). Abgesehen, dafs eine solche hervortreibende Kraft unbegreiflich seyn würde, sagt er, erscheine schon der Umstand ganz widersinnig, dafs das Eis gerade da in die Höhe treiben solle, wo es mit 15 bis 20 Fufs hohen Schuttmassen belastet sey, um so viel mehr, da das bedeckte Eis mit dem nackten in vollkommenem Zusammenhange stehe, und nicht etwa durch Spalten von ihm getrennt sey, wie bei der erwähnten Voraussetzung doch stattfinden müfste.

Er macht ferner darauf aufmerksam, dafs die Gufferlinien in der Regel mehr oder minder deutlich den fernen Rändern des Gletschers parallel laufen, und glaubt daher, es seyen diefs einzelne losgerissene Theile der ursprünglich am Rande befindlichen Steinwälle, welche, wenn das Thal, in dem der Gletscher herabrückt, wie

*) *Voyages II*, 224.

so häufig, eine muldenförmige Gestalt hat, durch die Bewegung des unterliegenden Eises von den Rändern weg nach der Mitte zu geschoben werden. Saussure sah häufig, besonders gegen Ende des Sommers, in breiten Gletscherthälern zwischen dem Fufse der einfassenden Berge und den Gletscherrändern beträchtliche Lücken, welche von keiner anderen Ursache als vom Fortrücken des Eises von den Rändern gegen die Mitte herrühren konnten. Während des folgenden Winters aber werden diese leeren Räume von Neuem mit Schnee erfüllt, der dann mit Wasser getränkt und oft schon während des Frühjahrs in Eis verwandelt wird, so dafs dann die losgezogenen Theile des Gletscherwalles nun im nächsten Jahre schon weit im Innern der Eisfläche liegen. Dieser Rand von neuem Eise aber wird vom nahen Berge mit neuen Trümmern bedeckt, diese bedeckten Linien rücken auch nach und nach gegen die Mitte des Gletschers fort, und bilden also den vorigen parallele Bänke, welche sich schief gezogen von einer doppelten Bewegung hinlegen, die einerseits nach dem Abhange des Bodens gegen die Mitte des Thales, andererseits nach dem Abhange des Thales im Allgemeinen gegen den unteren Berg gerichtet ist.

Dafs diese Ansicht in der That die richtige sey, wird durch ein sehr schönes klares Beispiel vom Lauteraargletscher erwiesen, welches Wittenbach anführt. Dieser Gletscher füllt ein grofses und langes Thal aus, dessen gegenüberstehende Wände durch verschiedenartige Gebirgsarten gebildet werden. Weit hinein nach der Mitte desselben, sieht man mehrfach parallel hinter einander hervorragende Gufferlinien, und ihre Hügel bestehen auf der rechten Seite aus den Gesteinen des rechten, auf der linken aber aus denen des linken Abhanges; in der Mitte aber weiter unten kommen die Gufferhügel zusammen, und nun vermengen sich beide Gesteinarten.

Dafs diese Gufferhügel immer auf oft beträchtlich höheren Eisgrundlagen liegen als die Umgebungen, erklärt sich schon nach Saussure daraus, dafs die durch Steine und Schuttüberdeckung geschützte Eismasse langsamer als die übrigen Theile des Gletschers wegschmilzt, und Kämtz zeigt, dafs alle Arten von Uebergängen zwischen einfachen Gletschertischen und unter dem Schutze mehrerer Steine und Schuttmassen hervorragenden Eisdämmen auf den Gletschern anzutreffen sind.

Was nun die Eigenschaft des Gletschereises betrifft, in dasselbe hineingefallene Körper an einer thalabwärts gelegenen Stelle wieder zum Vorschein zu bringen, so ist diese Thatsache richtig, und namentlich hat Charpentier einige sehr auffallende Beispiele dieser Erscheinung angeführt, welche der Zufall hervorbringt.

Auf dem Mer de Glace im Chamouny-Thale verlor einst ein Hirt eine Ziege, welche nach der im Gletscher liegenden schön grün bewachsenen Felseninsel, die der Garten genannt wird, mit einer Heerde hinübergetrieben wurde, sie fiel in eine tiefe Spalte und konnte nicht wieder herausgezogen werden. Nach einigen Jahren aber fand man den Leichnam des Thieres an einer bedeutend thalabwärts liegenden Stelle des Gletschers unversehrt an der Oberfläche austretend.

Der Grund dieser Erscheinung liegt sehr natürlich in dem Abschmelzen und allmäligen Fortrücken der Oberfläche, denn vorausgesetzt, dafs der fremde Körper nicht durchfällt, sondern in einer Gletscherspalte stecken bleibt, so mufs er natürlich mit derselben herabrücken, und wenn er nicht zufällig zerquetscht oder zermalmt wird, so mufs er bei dem nach der Tiefe zu immer zunehmenden Abschmelzen des Eises der Oberfläche immer näher kommen, und zuletzt aus derselben hervortreten. Man bedarf also keiner wunderbaren und unnatürlichen Kräfte (wie sie u. a. Hugi annimmt), um auch diese Erscheinung der Gletscher zu erklären, und sie

mit

mit den anderen, an denselben beobachteten Verhältnissen in ungezwungenen Einklang zu bringen.

Wir haben bisher alle unsere Beispiele von der natürlichen Beschaffenheit der Gletscher von dem Centraltheile der Alpenkette hergenommen, weil sie dort am genauesten untersucht wurden. Es verdient indefs wohl hervorgehoben zu werden, dafs auch in einem grofsen Theile der übrigen Alpen die Gletscher unter denselben Verhältnissen eine häufig wiederkehrende Erscheinung sind.

Gegen SW. der grofsen Montblanc-Kette zeigen sie sich noch häufig in der hohen Masse der Alpen von Savoyen bis zum Mont Cenis, und in dem Quellenlande der Isère zwischen dieser und der Durance befindet sich wahrscheinlich der gröfsèste unter den bekannten Gletschern, der auf allen Karten angegebene Glacier de Turbal. Westlich über Briançon, weiter südlich gegen das Meer hin, verlieren die Alpen gegen den Col di Tenda ihren grofsartigen Hochgebirgs-Charakter, und mit ihm die Bedingungen, welche Gletscher entstehen lassen.

Ganz in ähnlicher Weise gestalten sich die Verhältnisse in dem Fortstreichen der Alpen gegen die Nord-Ostseite. Zunächst in dem an die Schweiz grenzenden Tyrol zeigt sich die Gletscher-Natur quer durch das Land in dem inneren Theile des Gebirges noch auf's Neue in ihrer ganzen Grofsartigkeit wieder. Dort werden die Gletscher allgemein Ferner genannt, und sie erreichen ihre gröfseste Anhäufung, welche sich ganz füglich mit den beträchtlichsten der Schweiz in Vergleichung stellen läfst, in der hohen Gebirgsmasse, welche das obere Innthal von der Etsch in dem Winschgau scheidet. Dort erheben sich mit sanft ansteigendem breiteren Rücken der Platey-Kogel, der Wild-Spitz

u. m. a. bis ganz nahe an 10,000 Fufs über das Meer, und die weit ausgedehnten Hochthäler zwischen ihnen tragen auf beiden Seiten eine zusammenhängende ungeheuere Eislast von vielleicht 3 bis 4 geogr. Quadratmeilen Erstreckung. Diese grofsen Gletschermassen steigen auch hier tief in die bewohnbaren Thäler hinunter, und besonders berühmt sind die prachtvollen Ferner des grofsen Oetzthales und seiner oberen Seitenthäler, so wie die des Rofner- oder Platey-Thales.

Nach den Nachweisungen von Joseph Walcher*) haben die Gletscher hier in dem letzten Jahrhundert durch Verschlingen einer Menge kultivirbaren Landes auf eine höchst beunruhigende Weise zugenommen; ja die Bewohner des Landes glauben allgemein, dafs diese ganze ungeheuere Eismasse erst in historischen Zeiten, seit dem 10ten Jahrhundert entstanden sey, und es ist diefs wenigstens mit den unteren, den bewohnten nahen Theilen derselben wirklich der Fall. Der Anblick, welchen dieselben hier darbieten, ist der Beschreibung nach sowohl ihrer Gröfse als variirten Form wegen aufserordentlich majestätisch; Walcher beschreibt ein prächtiges Eisgewölbe im Platey-Thale von 300 F. Länge und beträchtlicher Höhe, welches zum Uebergange des Weges von einer Thalseite auf die andere dient. Das Phänomen ferner, dafs durch Abgleiten der Gletscher in die Thäler der obere Theil derselben zugedämmt und zum See wird, kommt hier öfter vor, und erst seit etwa 100 Jahren haben sich zwei solche Seen (der Rofner-See und der Gurgler-Eissee) gebildet, welche gegen 4000 Fufs lang und mehrere hundert Fufs tief sind, sich aber bis jetzt glücklicherweise stets ohne Schaden entleert haben. Auf der Südseite dieses Gebirges gegen die Etsch hin liegt unter ganz ähnlichen Verhältnissen, von einem Eisdamme gesperrt, der ungleich gröfsere Pas-

*) Nachrichten von den Eisbergen in Tyrol 1773.

seyer-See, den man mit Böten befährt. Er ist gegen 200 F. tief, und hat sich erweislich erst im J. 1404 gebildet. Seitdem hat er stets fortbestanden, und bis zum Jahre 1773 sechs zum Theil sehr furchtbare Durchbrüche gemacht, welche an der im Etsch-Thale gelegenen Stadt Meran ähnliche Verwüstungen anrichteten, wie der Durchbruch des Bagne-Thales bei Martinach.

Weiter östlich koncentrirt sich die Gletscher-Bildung noch einmal sehr ansehnlich in den Umgebungen des nahe an 12000 F. hohen Grofs-Glockners, an den Grenzen von Tyrol, Ober-Kärnthen und Salzburg. Dort werden die Gletscher allgemein mit dem Namen Küfs belegt, und die letzten unter ihnen finden sich weiter östlich noch in der sogenannten Tauernkette bis 9000 F. über Gmünd in Ober-Kärnthen. Gegen SO. erhebt sich zwar die Felsen-Pyramide des Terglou bis nahe an 10000 F., jedoch ohne Gletscher. In NO. kommen die letzten Spuren solcher Bildungen im österreichischen Salz-Kammergut in dem Hallstädter Gletscher vor. Weiterhin gegen Osten aber verlieren die Alpen den Charakter, welcher zur Gletscher-Bildung nothwendig ist.

Unter den südlicher als die Alpen gelegenen Gebirgsketten tragen, so weit bekannt ist, nur der Kaukasus und die Pyrenäen noch Gletscher. In dem ersteren Gebirge wissen wir nur wenig davon aus den Quellengegenden des Terekthales am Kasbek.

In den Pyrenäen werden die Gletscher mit dem Lokal-Namen Serneilles belegt, und nach den Zusammenstellungen von Charpentier sind sie dort sämmtlich von der durch Saussure unterschiedenen und oben erwähnten zweiten Art. Da es an wagerecht und muldenförmig gestalteten Hochthälern in dieser schmalen hohen Gebirgskette fehlt, so legen sie sich sämmtlich an die Abhänge der Berge, und in die vor den Sonnenstrahlen geschützten, steil von der Hauptkette herablaufenden Thal-

schluchten. Da ferner die Schneelinie im Allgemeinen hier schon höher liegt als in den Alpen, so liegen auch sie hier viel höher; und wegen Mangels an oberen Behältern, welche sich ihrer Eis- und Schneelasten in die Seitenthäler entladen, rücken auch sie hier nicht in die bewohnten Gegenden des Gebirges hinunter. Es ist nach Charpentier's Zeugnifs daher in den Pyrenäen kein Gletscher bekannt, welcher nur in der Nähe grüner Weiden, Wälder und Sennhütten läge, und da sie sich so weit von den bewohnten Theilen des Gebirges entfernt halten, und zugleich wegen ihrer steil abschüssigen Lage voller Spalten sind, so ist es schwer sich ihnen zu nahen, noch schwerer sie zu überschreiten, und man kennt daher die Verhältnisse ihres Wachsthumes, ihres Fortschreitens und Zurückgehens hier weit weniger als im Alpengebirge. Charpentier nennt als die beträchtlichsten unter den Pyrenäen-Gletschern nebst vielen anderen sechs, welche sämmtlich in den höchsten Theilen des Gebirges zwischen dem oberen Garonne-Thale und dem Val d'Ossau, einem oberen Seitenthale des Adour, liegen. Die meisten derselben finden sich auf der Nordseite des Gebirges, und besonders zwei sehr schöne (Glacier de la Brèche du Roland und Glacier de Vignemale) in den obersten Theilen des Thales von Barèges. Doch liegen auch zwei sehr ansehnliche, der Glacier de la Maladetta und des Mont Perdu, auf der spanischen Seite, indem sie die Vertiefungen ausfüllen, welche zwischen dieser isolirt stehenden Bergmasse und der nördlich von ihnen gelegenen Hauptkette liegen. Ihre Dimensionen sind indefs nicht mit jenen der Alpen-Gletscher zu vergleichen, denn Charpentier schätzt den Gletscher der Maladetta 6000 T. lang und unten 1173 T. breit, und die meisten anderen sind kleiner.

Unter den nordwärts der Alpen gelegenen Gebirgen findet sich die Gletscherbildung in den Alpen von Nor-

wegen wieder. Dort werden die Gletscher in der Landessprache Brae (plur. Braeer) genannt, und ihre Natur ist hier durch Naumann *) auf eine sehr lebhafte und naturgetreue Weise geschildert worden. Dort giebt es unter etwa 60—62° Br. zwischen Bergen und Aggershuus-Stift eine zum Sogne und Langfield gehörige, deutlich charakterisirte Hochfläche von etwa 50 Meilen Länge und 8 bis 10 Meilen Breite, und diese ganze zusammenhängende Plattform ist fast noch *terra incognita*. Sie erhebt sich im Mittel zu 4—5000 Fufs über das Meer weit über die Vegetationsgrenze, und trägt, ihrer grofsen Annäherung an die Nordsee wegen, an sehr vielen Stellen unermefsliche ewige Schneemassen. Ueber ihre Fläche steigen majestätisch noch 2- bis 3000 Fufs höhere mächtige Felsen-Kolosse auf, welche die höchsten Gipfel dieses Gebirges bilden, und ihre Abhänge sind so steil, dafs sie den Schnee dauernd nicht zu tragen vermögen, der daher donnernd in zahlreichen Lavinenstürzen zu der Hochfläche herabfällt. Hier ist also eine so ausnehmend geeignete Werkstätte für Gletscherbildung, wie sie sich in den Hochthälern der Alpen nur findet, und daher sind auch die untern Ränder dieses riesenhaften Schneefeldes auf dem gegen das Meer gekehrten steilen Abhange aufs Grofsartigste in ächte Gletscher verwandelt. In den tief eingeschnittenen engen Spaltenthälern, welcher die obersten Enden der hier so merkwürdig weit ins Land eindringenden Fjorde bilden (wie Sogne-Fiord, Hardanger-Fiord u. s. w.), wandern diese Eismassen wie in den Alpen hinunter dem Meere entgegen. Sie überschreiten hier nicht nur die üppigen Gebirgsweiden, durchbrechen die Birkenwälder u. s. w., sondern dringen auch in die fruchtbareren bewohnten Gegenden ein, und haben selbst bei Menschengedenken einzelne Bauerhöfe überdeckt und mit

*) Reise II, 176.

fortgeschoben; doch erreichen sie hier noch nicht das Meer, denn die tiefsten, welche Naumann *) gesehen, wie der Nygaardsbrae, Bjoernstegesbrae u. s. w., enden in 1000—1500 Fufs Meereshöhe. Alle Erscheinungen, welche diese Gletscher zeigen, ihr Vorwärtsschieben, Zudämmen der Thäler und Zurückgehen, die schön meergrüne und lasurblaue Farbe ihres Eises, das Einschmelzen der Steine in Cylinderlöchern, Gletschertischen, Morainen, Gufferlinien, Entspringen von Gebirgsbächen aus Eisgrotten, sind den an den Alpengletschern geschilderten Eigenschaften vollkommen gleich.

Durch die wiederholten Bereisungen der Nord-Polargegenden sind auch die Bildungen der Eisberge in den in sehr hohen Breiten gelegenen Ländern näher bekannt worden, aus Spitzbergen durch Scoresby, aus den Nordwest-Gegenden Amerika's durch Kapitain Kotzebue und aus der Baffinsbay durch die erste Reise von Kapt. Rofs. Dort, wo sich die Schneelinie steil einschiefsend auf die Erdoberfläche herabsenkt, bilden die Gletscher sich, ganz so wie in den Alpen und in Norwegen, nur überall in der nächsten Nachbarschaft des Meeres, und da der Winter hier fast nie aufhört, so werden unter dem Einflusse einer fast stets nebligen, mit Wasserdämpfen beladenen Atmosphäre ganz unglaublich grofse Eismassen gebildet.

Auf Spitzbergen entstehen nach Scoresby's Zeugnifs die Gletschermassen überall da, wo eine Bergkette in einiger Entfernung der Küste parallel geht, in den zum Meere herablaufenden Schluchten derselben, und es giebt solcher Gebirgsketten dort bekanntlich von 3—4000 Fufs Höhe; ganz besonders berühmt sind hier

---

*) Reise II, p. 238 sq.

auf der sogenannten Karls-Insel, die schon von Martens und Phipps ihrer wunderbar zackigen Form wegen beschriebenen sieben Eisberge. Sie liegen in eben so viel hinter einander folgenden Thalschluchten, und haben jeder gegen das Meer hin eine Front von etwa einer engl. Meile Länge bei 2- bis 300 Fufs Höhe. Von fernher gesehen läfst sie ihre milchweifse Farbe fast wie schneeweifse Marmorklippen erscheinen, doch in Spalten erscheint auch hier ihre schön grünblaue Farbe. Das Meer unterwäscht sie beständig, und es stürzen daher von Zeit zu Zeit 50 bis 100 F. hohe Bruchstücke von ihnen nieder, welche den nahe liegenden Schiffen gefährlich werden; sie zerschellen dann meist mit furchtbarem Krachen auf dem hier nicht tiefen Meeresgrunde, und ihre Bruchstücke schwimmen zu Tausenden auf dem Wasser fort. Ihr Nachrücken aber ersetzt leicht diesen Verlust wieder, und so kennt man sie stets an derselben Stelle. Während des Sommers fliefsen stellenweise unter ihnen schöne Bäche klaren Wassers hervor, und ergiefsen sich an geeigneten Stellen, liebliche Kaskaden bildend, ins Meer. Der gröfseste Gletscher, welchen Scoresby auf Spitzbergen sah, befand sich nördlich von Horn-Sund, er war 11 engl. Meilen lang und endigte gegen das Meer in einem Eis-Vorgebirge von 400 F. Höhe.

Kapitain Kotzebue fand einen merkwürdigen am Meere liegenden Gletscher, dessen Beschreibung viel Aufsehen erregt hat, in dem nach ihm benannten Sunde in 66° Br. in der Eschholz-Bay. Als er nämlich dort in Gemeinschaft mit dem Naturforscher und Arzte ans Land gestiegen war, befanden sie sich den ganzen Tag über nahe der Küste auf einem sanft gegen das Innere aufsteigenden Boden, welcher von Lehm, Sand und Dammerde gebildet, und besonders tief unten mit üppigem Graswuchs, weiter oben mit frisch wucherndem Moose bedeckt war; tiefer landeinwärts stieg eine hohe beeiste

Bergkette auf. Durch Zufall zeigte sich indefs, dafs der Boden, welchen sie betreten hatten, in etwa 1 bis 2 Fufs Tiefe auf klarem festen Eise von unbekannter Stärke ruhe. Dr. Eschholz hatte sich zufällig einem durch Unterwaschungen der Küste gebildeten Absturze genähert, und hier sah er eine reichlich hundert Fufs hohe senkrechte Eiswand entblöfst, welche genau einer Felsmasse mit darüber befindlicher Rasendecke gleich kam. Um die Täuschung noch zu vollenden, enthielt dieser Eisfelsen auch Ueberreste der Vorwelt; es zeigten sich nämlich darin mehrfach zum Theil sehr schön erhaltene Mammuth-Knochen und Zähne, welche durch Schmelzung zum Vorschein kamen. Gewifs war diefs ein von den Bergen herabgekommener mit Schutt reichlich bedeckter alter Gletscher, wenngleich die Reisenden seine Verbindung mit diesen Bergen nicht untersuchen konnten.

Ungleich grofsartiger und unstreitig am ansehnlichsten unter allen bekannten Erdgegenden sind die Bildungen der Eisberge in der Baffins-Bay, wie sie durch die Beschreibung von Kapt. Rofs bekannt sind. An der Ostküste derselben gegen N. hinaufsegelnd, fand Rofs schon in 65° Br. eine Reihe von Eisbergen im Meere, welche in einer Tiefe von 80 Faden (480 Fufs) auf dem Boden festsafsen, sie hatten sich auf eine Untiefe gesetzt, denn das Meer war in den Umgebungen 110 Faden tief, doch ragten sie noch hoch und mit thurmähnlichen Formen über der Wasserfläche hervor, und nahe dabei standen am Ufer eben solche grofsartige Eisfelsen. Noch gröfser zeigten sich diese Gebilde weiter nördlich in 76° Br. um einen Felsen-Vorsprung, welchen Rofs Kap Dudley-Diggs nannte. Dort waren alle Thalschluchten, die sich als Buchten gegen das Meer öffneten, mit Gletschern erfüllt, welche zum Theil noch mit dem Festlande zusammenhängend wie Dämme weit in das Meer hinein vorgerückt waren, und dadurch einen ganz wunderbaren Anblick gewährten. Einer der

prächtigsten dieser Gletscher, welcher zwischen senkrechten Felswänden hervortrat, bedeckte reichlich einen Raum von 4 engl. Quadratmeilen, trat eine Meile weit in das Meer vor und war sicher an 1000 Fufs hoch mit lothrechten Wänden und oben fast wagerechter Oberfläche. Auch in Jones-Sund, im höchsten Norden der Baffins-Bay (78° Br.), welchen das Eis völlig unzugänglich macht, zeigten sich mehrere solche Gletscher, welche zum Theil mehrere Seemeilen weit in das Meer liefen. Die Bay-Koburg war hier (in 76° Br.) an dem Fufse einer etwa 4000 Fufs hohen alpenähnlich gestalteten Bergkette ganz vom Eise versperrt, und quer durch lief eine ungeheure Eismauer, welche nach den Verhältnissen der Umgebungen auf der Abbildung gegen 2000 Fufs Höhe haben mochte. Sie war oben mit zackigen zinnenähnlichen Spitzen besetzt. — Auch an der Westküste, welche zum Theil hoch und sehr steil war, zeigten sich an vielen Stellen ganz ähnliche Erscheinungen, während das Meer hier eine Tiefe von mehr als 6000 Fufs (1014 Faden) hatte.

Es ist endlich noch von einem ganz besonderen Interesse, wie Rofs es erwiesen hat, dafs auch die zum Theil ungeheuren und riesengrofs aus dem Wasser in den wunderbarsten Gestalten hervorragenden Eisberge, welche dem Seefahrer in diesen Meeresgegenden frei herumschwimmend begegnen und ihm oft mit der gröfsesten Gefahr drohen, nichts Anderes sind, als losgerissene Stücke der auf dem Festlande gebildeten und ins Meer vordringenden Gletschermassen. Diese Eismassen werden von dem Meerwasser nur in sehr geringem Grade angegriffen, da dasselbe besonders in seinen tieferen Theilen das ganze Jahr hindurch eine Temperatur hat, welche der des Gefrierpunktes sehr nahe kommt. Sie werden indefs durch die fortrückende Bewegung vom Lande her stets weiter vorwärts ins Wasser geschoben, und wenn dort die Tiefe durch steilen Abhang schnell

zunimmt, so ragen sie endlich freischwebend ins Wasser hinaus, brechen ab, wenn sie zu grofs geworden, und werden von den Strömungen gegen S. mit fortgerissen. Diefs ist der Weg, dessen die Natur sich in diesen Gegenden bedient, um das stete Fortwachsen der Eismassen durch den unaufhörlich fortschreitenden Verlust derselben wieder auszugleichen. Der gröfseste unter diesen Eisbergen, welchen Rofs hier freischwimmend begegnete, war 12500 Fufs lang, 10600 F. breit und im Mittel einige 50 F. engl. aus dem Wasser hervorragend. Da Versuche ergaben, dafs das schwimmende Eis stets wenigstens mit $\frac{4}{5}$ (nach Lyell mit $\frac{6}{7}$ bis $\frac{7}{8}$) seiner Höhe in die Wassermasse eintaucht, so mufste die Dicke dieses Eisberges wenigstens 250 F. engl. betragen, und man begreift wohl wie 200 F. über das Wasser hervorragende Eisberge, die sich bei kleineren Dimensionen in der Länge und Breite gar nicht selten finden, von 1000 F. hohen Eiswänden herabstürzen konnten, da sie bei solcher Erhebung über dem Wasser stets noch wenigstens 800 Fufs in dasselbe hineinsinken. Zum Beweise übrigens, dafs viele dieser Massen durch Losreifsen von dem festen Lande in ihre gegenwärtige Lage gekommen waren, diente noch der merkwürdige Umstand, dafs viele derselben mit Bruchstücken der an der Küste anstehenden Gebirgsarten beschwert waren. So fand Rofs auf einer Eisinsel, welche ihm schon weit südlich in der Davis-Strafse entgegentrieb, zahlreiche Bruchstücke von Granit, Gneufs und Basalt liegend. Kleine Eisstücke, welche in 76° 44′ Br. umherschwammen, trugen einen grofsen Granitblock.

Es wirft diefs ein beachtenswerthes Licht auf den Ursprung so vieler aus dem Norden herstammender Granitblöcke, welche vereinzelt und ganz besonders auf Anhöhen in unserer norddeutschen, süd- und ostbaltischen Ebene umherliegen, welche ganz entschieden einst der Grund eines weit ausgedehnten Meeres war.

Uebrigens giebt es auch nach Rofs's später vielfach und besonders am Südpole bestätigten Erfahrungen wirklich Eis, welches sich durch Zusammenfrieren der Bruchstücke zerkleinerter Eisinseln frei auf dem Meere schwimmend ausbildet, und es entstehen dadurch die niedrigen, zum Theil über ungeheure Strecken wagerecht fortsetzenden Eisfelder, über welche Kapt. Parry seinen letzten Versuch machte, über Spitzbergen nach dem Nordpole hin vorzudringen.

Einflufs der Erhebung der Gebirgsländer auf den Charakter ihrer Vegetation.

Dafs die Vegetation mit der Erhebung über das Meer, mit der Annäherung von den Ebenen und Küstenländern gegen die Schneegrenze hin einen mehr und mehr veränderten Charakter annimmt, ist bekannt, und selbst schon an den Bergen von niederer und mittlerer Höhe des nördlichen Deutschlands merklich. Während wir in der Tiefe bei uns überall Ackerbau und die Kultur der ergiebigen Obstbäume finden, sehen wir, höher gestiegen, an die Stelle wogender Kornflächen und reicher Obstgärten nun Wiesen und Wald treten; weiter hinauf nehmen die Waldbäume an fröhlichem, kräftigem Wuchse immer mehr ab, endlich verschwinden die hochstämmigen Bäume ganz gegen niedriges Strauchwerk. Hier zugleich sehen wir in der blüthenreichen Grasdecke der Gebirgswiesen Pflanzenformen auftreten, die bis hieher nicht vorkamen, und eben so treffen wir die charakteristischen und häufigen Blüthenformen nicht mehr an, die uns von unten auf bis hieher gefolgt waren. Vor uns ausgebreitet entfaltet sich nun der blüthenreiche Teppich der bisher nicht gesehenen Alpen-Flora, die Zahl neuer Erscheinungen mehrt sich. Doch immer höher und höher gehen endlich auch diese verloren. Die grasreichen und mit Blumen von bisher ungewohnten Formen

bedeckten Triften fangen an hinter unseren Schritten zurückzubleiben. An die Stelle der phanerogamischen Gewächse treten niedere und unvollkommener organisirte Gestalten; Moose und Flechten bedecken den Boden, und zuletzt, wo uns auch diese verlassen, beginnen die Regionen des ewigen Schnees.

Die Ursachen dieser merkwürdigen Veränderungen, welche wir in ihren einfachsten Grundzügen so eben geschildert haben, finden sich sehr leicht in den Bedingungen, welche für das Gedeihen der Vegetationswelt mit Entfernung von der Meeresfläche an den Abhängen der Gebirge aufwärts wechseln. Die Temperatur nimmt mit der Höhe nach den weiter oben erörterten Gesetzen immer mehr ab; dieſs ist gewiſs die auffallendste unter den stattfindenden Veränderungen des bisherigen Zustandes. Was aber für das Gedeihen des Pflanzenlebens die Wärme für ein wichtiges Moment sey, ist uns Allen bekannt, ja daſs sie wohl das einflufsreichste von allen seyn müsse, sehen wir daraus, daſs es selbst aufs Vollkommenste gelingt, durch künstlich erhöhte Wärme alle die Pflanzen bei uns gedeihen zu machen, welche einem durch höhere jährliche Wärme ausgezeichneten Himmelsstriche angehören. Wir wissen im Allgemeinen, daſs die Wärmemenge, welche einer jeden Erdgegend zukommt, nicht nur mit der Höhe von dem Meeresspiegel, sondern auch in horizontaler Richtung mit der Entfernung von dem Aequator nach den Polen hin abnimmt. An einem bis in die Schneelinie hineinragenden Bergabhange finden wir daher die Veränderungen in der Temperatur successive ganz in derselben Weise, als ob wir von uns bis zu den Gegenden hin fortgingen, in welchen die Schneelinie bis zur Meeresfläche herabsinkt. Da aber die Vegetation wesentlich von der Temperatur-Aenderung abhängig ist, so wird der Abhang des Berges in Beziehung auf dieselbe alle diejenigen Veränderungen darstellen, welche die Vegetation auf der Erdoberfläche

beim Durchschreiten aller Klimate, welche von der Basis der Berge bis über den Polarkreis hinaus auf einander folgen, erleiden kann. Doch wir haben bei dem Untersuchen des Charakters der Vegetation auf den Bergen den überaus wichtigen Vortheil, dafs sich hier alle die Veränderungen des Charakters, welche in dem Meeresniveau an der Erdoberfläche erst in unübersehbaren Strecken und durch die Allmäligkeit ihrer Uebergänge nicht so leicht in die Augen springend eintreten, nun in einem durch enge Grenzen bezeichneten und leicht in allen seinen Theilen vergleichbaren Miniatur-Bilde darstellen. Diese dem Naturforscher so willkommene Möglichkeit der Vergleichung von Verhältnissen, welche sonst nur durch Verbindung sehr vereinzelt stehender Thatsachen erlangt werden kann, läfst aber das Studium der Gebirgs-Floren von einem neuen und überaus anziehenden Standpunkte erscheinen, und ist gewifs eine der einflufsreichsten Ursachen, welche die geistvollsten Naturforscher von jeher dem pflanzengeographischen Studium mit besonderer Vorliebe zugewendet haben.

Zu den Ersten, welche diesen Gegenstand in seinen Hauptzügen bereits auffafsten, und seine ganze Wichtigkeit einsahen, gehört der um verschiedene Zweige der Naturwissenschaft so hoch verdiente Tournefort. Auf seiner Reise in die Levante im Jahre 1700 sah er zuerst mit Erstaunen, als er den gegen 16000 F. hohen Ararat erstieg, am Fufse die Pflanzen von Armenien, etwas höher hinauf die Vegetation von Italien, noch höher die von Paris, weiter oben die Schwedische und endlich die Flora von Lappland.

Dem geistvollen Linné, welcher nach Tournefort die Botanik umschuf, und in ihr eine der einflufsreichsten Epochen bezeichnet, konnte dieser so wichtige, von seinem Vorgänger hervorgehobene Gesichtspunkt nicht fremd bleiben. Er sah zugleich durch eigene Untersuchungen, wie der Charakter der Vegetation, wenn

man die skandinavischen Alpen ersteigt, sich ganz in derselben Weise stufenweise ändere, gleich als ob man von Upsala nach Lappland reise. Er erwähnte daher dieses Verhältnifs mehrfältig in seiner *Philosophia botanica*. Linné war zugleich der Erste, welcher es einführte, bei den Aufzählungen der Pflanzen stets ihre Wohnorte und auch oft die Standorte mit anzugeben; in besonderen Abhandlungen „*Stationes plantarum* (1754) und *Coloniae plantarum* (1788)" theilte er danach die Pflanzen ursprünglich in: *Aquaticae*, *alpinae*, *umbrosae*, *campestres*, *montanae* und *parasiticae*, und dann wieder in Süfswasser-, Meeres-, Sumpf-, Heid-Pflanzen u. s. w. — In seiner merkwürdigen *Dissertat. de telluris habitabilis incremento* (1743) setzte er voraus: Im Anfange sey die Erde eine Insel gewesen, diese Insel habe unter den Tropen gelegen, und Gröfse genug gehabt, um alle Thiere und Pflanzen aufzunehmen, sie sey mit einem hohen Berge bedeckt gewesen, und hätte dadurch alle Variationen des Klima's und Bodens dargeboten, um alle Vegetabilien und Animalien gedeihen zu lassen; nachher wäre das Meer zurückgetreten und das Kontinent dadurch vergröfsert und die Pflanzen hätten sich überall hin ausgesäet, verbreitet und an den ihrer Individualität am meisten zusagenden Orten angesiedelt.

Die auf diese Weise von der Art der Verbreitung der Thiere und Pflanzen an der Erdoberfläche gegebene Theorie erregte zu ihrer Zeit viele Aufmerksamkeit, und ward später oft wieder vorgetragen; ja man kann wohl sagen, dafs sie eigentlich erst widerlegt wurde, als die Erfahrung lehrte, dafs sich in verschiedenen Theilen der Erde unter gleichen klimatischen Verhältnissen bei gleicher Erhebung über das Meer u. s. w. dennoch ganz verschiedene Floren befinden. So hat die Flora Europa's kaum etwas gemein mit der von Nordamerika, und sehr wesentlich verschieden sind die Pflanzenformen von

Südafrika und dem mit ihm in gleichen Breiten gelegenen Südamerika und Neuholland. Noch hatte man die Vergleichungen der Gebirge in verschiedenen Breitengraden, der Länder verschiedener Zonen u. s. w. in Beziehung auf diefs Verhältnifs nur sehr unvollkommen gemacht, und es blieb daher einer sehr neuen Zeit vorbehalten, in diesem so reichhaltigen und so wenig bearbeiteten Felde der Naturwissenschaft neue Früchte zu sammeln.

Bei Erforschung des Entwicklungsganges der Pflanzenwelt unter den verschiedenen von der Natur gestellten Bedingungen, und bei hienach zu machendem Vergleiche des Vegetations-Charakters von Gebirgen unter verschiedener Breite, mufste es natürlich von besonderer Wichtigkeit seyn, zunächst die Vegetations-Verhältnisse in den Hochgebirgen der Aequatorial-Gegenden kennen zu lernen, bei welchen der Abstand der Schneelinie vom Meere möglichst grofs, und die Reihenfolge der Pflanzen in diesem Zwischenraume der ganzen Abwechslung derselben vom Aequator bis zur Polar-Zone gleich ist.

Dieser Anforderung genügte zuerst Humboldt durch seine Bereisung der Aequatorial-Gegenden Amerika's, und er wurde durch die Zusammenfassung der vereinzelt stehenden Thatsachen der Schöpfer dieses neuen Zweiges der Naturwissenschaft. Die neue Bahn, welche er auf diesem Wege der Forschung eingeschlagen, findet sich aufser in zahlreichen Abhandlungen hauptsächlich dargelegt in dem *Essai sur la Géographie des plantes, accompagné d'un Tableau physique des regions equinoxiales, Paris* 1805 und in einem späteren Werke *de distributione geographica plantarum secundum coeli temperiem et altitudinem montium Prolegomena*, welches der Herausgabe der von ihm und Bonpland gesammelten Pflanzen zur Vorrede diente, aber auch besonders abgedruckt zu Paris 1817 erschienen ist.

Nächst diesen Werken verdanken wir jedoch vielen anderen Naturforschern schätzbare Untersuchungen, welche vorzugsweise die Entwicklung des lokalen Charakters der Floren gewisser Länder zum Gegenstande haben, und unter diesen sind besonders die Arbeiten des unermüdlichen Georg Wahlenberg zu nennen, welcher in seiner *Flora Lapponica (Berol.* 1812*)*, in der *Flora Carpatorum principalium (Gott.* 1814*)* und in seinem Werke *De Vegetatione et Climate in Helvetia septentrionali (Zürich* 1813*)* die Grundlinien zu einem pflanzengeographischen Bilde von fast ganz Europa gelegt hat. Sehr wichtig sind ferner noch in dieser Beziehung die Arbeiten von Ramond über die Vegetations-Verhältnisse in den Pyrenäen, die von Engelhard und Parrot über den Kaukasus 1815, von Decandolle in seiner *Flore française* (1805 *éd.* 1813) und in seinen *Mém. sur la Géographie des plantes de France* *) über die Vegetations-Verhältnisse von ganz Frankreich, die von L. v. Buch über Norwegen und Schweden und in Verbindung mit Christian Smith über den Pic von Teneriffa und die Insel Madeira (s. Beschreibung d. canarischen Inseln), und endlich ein Versuch die in neuester Zeit gesammelten Thatsachen zu einer gemeinsamen Uebersicht zu vereinigen, in Herrn Schouw's „Grundzüge einer allgemeinen Pflanzengeographie" mit einem Atlas, Berlin 1823, welchem wir aufserdem einige sehr schätzbare Beiträge über die Pflanzengeographie von Italien und Sicilien, so wie über die Gebirge Skandinaviens verdanken. Zahlreiche andere Arbeiten über einzelne Theile dieser Wissenschaft werden wir noch an den betreffenden Orten anzuführen Gelegenheit nehmen; hier wollen wir nur noch erwähnen: Alex. v. Humboldt *Nouvelles recherches sur les lois qui l'on observe dans la distribution des formes végétales* und *Decandolle Essai élémentaire*

*) *Mém. d'Arcueil T. III. p.* 262.

taire de Géographie botanique. Beides im *Diction. des sciences natur. Tome XVIII.* 1820.

Verbreitung der hauptsächlichsten Vegetationsformen im Allgemeinen.

Was zunächst den Vergleich von der Stufenreihe der Pflanzenformen auf Bergen in zunehmender Höhe mit der Vertheilung derselben nach wachsenden Breiten anlangt, so hat zuerst Alex. v. Humboldt erwiesen, dafs derselbe zwar ganz im Allgemeinen wohl durchführbar sey, dafs er im Einzelnen indefs durch mancherlei eigenthümliche Abweichungen gestört werde. Zwar ist es richtig, dafs im Allgemeinen in der Tropenzone die Zahl der Pflanzenfamilien, welche den eigenthümlichen Charakter der Vegetation dieser Länder bildet, mit dem Ansteigen in den Gebirgen immer mehr und mehr abnimmt; sie verschwindet in Südamerika ganz in 6600 F. Höhe. Dort stellt sich dann eine Flora ein, welche in ihren vorherrschenden Formen mit der des südlichen Europa die gröfseste Aehnlichkeit hat, und höher hinauf zeigen sich nahe der Schneegrenze, selbst unter dem Aequator, die Formen der Polargegenden. Keine Gattung der Musaceen (Bananenform), keine Scitamineen (indisches Blumenrohr, *Amomum*), keine Aristolochia, Sapoteae (*Achras, Rumelia, Chrysophyle*) u. s. w. steigt über diese Grenze der Tropenregion hinaus, auch die für die Tropenländer so charakteristische Palmenform hält sich im Allgemeinen noch unter derselben; doch steigt eine ihrer grofsartigsten Formen, die bis zu 200 Fufs hoch aufschiefsende Wachspalme (*Ceroxylon andicola* mit *Kunthia montana* und *Oreodoxa frigida*), selbst noch über 8000 F. Höhe, bis zwischen die Formen der gemäfsigten und kalten Zone auf. Wir vermissen ferner in den höheren Gebirgsfloren warmer Länder allerdings die meisten unter den Formen, welche in den Ebenen derselben durch die zunehmende Zahl ihrer Species ihr

Maximum erreichen, so die Malvaceen, Terebinthaceen, Laurineen und andere, wie z. B. die Leguminosae, welche gegen die heifse Zone hin in einem reifsend schnellen Verhältnisse zunehmen, indem hier den bei uns allein einheimischen Papilionaceen noch die Gruppe der Caesalpinien (*Cassia*, *Bauhinia*) und der Mimoseen hinzukommt, werden dort Seltenheiten oder treten doch nur in einzelnen Repräsentanten auf. Dagegen aber giebt es auch Pflanzenfamilien, welche in der Tiefe vom Aequator nach den Polen hin an Zahl zunehmen, nicht aber in den Gebirgen aller Zonen mit zunehmender Höhe, und hieher gehören ganz besonders die *Carices* (Riethgräser), welche für die Vegetation der Polarländer in der Ebene so charakteristisch sind, nicht aber für Gebirgsfloren. Es giebt ferner andere Familien, welche in den Gebirgen mit Zunahme der Höhe an Häufigkeit der Arten charakteristisch zunehmen, nicht aber so auch mit Zunahme der Breite, und dahin gehören vorzugsweise die in alpinischen Gegenden so häufig vorwaltenden Primulaceae, Saxifragae, die Compositae, die Stellatae (*Galium*, *Asperula* und dgl.), und es bemerkte daher schon Wahlenberg, dafs, wenn gleich wirklich in unseren südeuropäischen Alpen auf gröfseren Höhen viele Pflanzenformen vorkommen, welche in Lappland in der Ebene wachsen, dennoch viele andere dort gefunden werden, welche den Gebirgen eigenthümlich erscheinen; ja er erstaunte zu finden, dafs dieser Unterschied nicht etwa nur auf dem Vorkommen analoger und nicht identischer Arten beruhe, sondern er fand selbst in den höheren Alpen mit Ueberraschung einige südliche Formen, von denen selbst keine nur entfernt analoge in Lappland in der Ebene gefunden wird. Hieher gehören aufser anderen weniger bekannten Pflanzen namentlich die einer südlichen Familie (der Leguminosen) zukommende Form des *Hedysarum Onobrychis* (Esparsette) und das nahe verwandte *H. alpinum*, welche sich häufig auf Alpenweiden

hoch jenseits der Baumgrenze einstellen. Ueberhaupt aber fand Wahlenberg und mit ihm Schouw, dafs die Floren der höheren Berggegenden (der Alpen Europas) sich vor denen in den Ebenen höherer Breiten durch eine bei weitem gröfsere Mannigfaltigkeit an Gattungen auszeichnen, so dafs, wenn auch die Zahl der Species sich in beiden Lokalitäten im Ganzen nahe gleichbleiben möchte, dennoch die Mannigfaltigkeit der Formen ganz entschieden als ein Unterscheidendes für die Gebirgsfloren hervorgehoben zu werden verdient.

In der That ist es auch sehr natürlich, dafs bei näherer Vergleichung solche unterscheidende Merkmale zwischen Gebirgsfloren und dem Charakter der Vegetation in den Ebenen höherer Breiten vorkommen; denn die Bedingungen, welchen die Pflanzen in höheren Gegenden der Erde unterworfen sind, müssen nicht allein in der auf sie einwirkenden Verminderung der Temperatur gesucht werden, sondern mit ihr gleichzeitig geht hier Verminderung des Luftdruckes, in höheren Gegenden und besonders in südlichen Klimaten verminderte Menge der Feuchtigkeit in den Luftschichten, gröfsere Durchsichtigkeit der Luft und dadurch vermehrte Energie (Intensität) der Einwirkungen des Lichtes. Alle diese Bedingungen aber, welche auf das Leben und die Entwicklung der Pflanzen von entschieden bedeutendem Einflusse sind, wirken nicht auf die Pflanzen in der Ebene der Polargegenden. Es werden daher strenge genommen nur diejenigen Pflanzenformen beiden Regionen gemein seyn, welche unter analogen Temperatur-Verhältnissen gedeihend durch die Biegsamkeit ihres Organismus unabhängig sind von den anderweitig verschiedenen Einflüssen, denen sie in höheren Berggegenden ausgesetzt erscheinen, und dieser Formen sind stets noch bewundernswürdig viele. Dagegen aber auch wird es eine andere Reihe von Pflanzenformen geben, welche nur vorzugsweise unter den auf den Gebirgen vorkom-

menden Bedingungen gedeihen können, und diese werden wir zuerst nach dem Vorgange von Schouw unter dem Namen der Gebirgs-, oder, wie man gewöhnlich zu sagen pflegt, Alpen-Pflanzen unterscheiden. Schouw und Parrot sind zuerst unter den Neueren darauf aufmerksam gewesen, dafs diese Gebirgspflanzen sich vermöge der eigenthümlichen Bedingungen, denen ihr Wachsthum unterworfen ist, auch auf eine auffallende Weise von anderen Pflanzen durch ihnen allen gemeinsam zukommende Eigenthümlichkeiten auszeichnen, welche auf eine ihnen gesetzmäfsige, von der der anderen abweichende Organisation deuten, und die wesentlichsten dieser auszeichnenden Eigenschaften lassen sich im Allgemeinen (nach Schouw) unter folgende drei Gesichtspunkte zusammenfassen *).

1) Unter den Gebirgspflanzen ist die Zahl der einjährigen sehr geringe, denn wenn gleich der kurze Sommer der Entwicklung einjähriger Pflanzen wohl hinlängliche Wärme darbietet, so scheint es doch, dafs der oberflächlich ausgestreute Same derselben zu leicht durch die Winterkälte zerstört wird; es bedarf hier, wie es scheint, einer weniger leicht angreifbaren Grundlage der Existenz und der Fortpflanzungsfähigkeit, und diese findet sich in der Wurzel, deren Vegetation auch nicht den Abwechslungen der Jahreszeit so unterworfen ist, wie einjährige Gewächse, welche mehrere Jahre gedeihen, dann aber durch einen einzigen schlechten Sommer für immer zerstört werden können. Es fanden daher auch alle Beobachter der Gebirgsfloren in ihnen die perennirenden Gewächse sehr vorwaltend. Ramond, welcher auf dem Gipfel des Pic du Midi unter 48 Pflanzenarten nur drei einjährige Pflanzen fand, war hierauf schon aufmerksam. Eben so bemerkt De-

*) S. Schouw Pflanzengeographie p. 469 sq.

candolle *), dafs unter 1500 phanerogamischen Pflanzen, welche in Frankreich in einem Niveau von mehr als 3000 F. Meereshöhe vorkommen, sich nur 15 einjährige befinden, und einige derselben, wie *Urtica urens* und *Thlaspi Bursa pastoris*, welche sich in der Regel um die Sennhütten, Viehhäuser u. s. w. finden, glaubt er, seyen sogar noch durch die Menschen in diese Höhe verpflanzt worden.

2) Die Blumen der Gebirgspflanzen sind im Verhältnisse zur ganzen Pflanze von bedeutender Gröfse, und zeichnen sich gewöhnlich durch besonders lebhafte Farben aus. Ueber die erstere dieser Erscheinungen hat besonders Parrot einige ausführlichere und zum Theil sehr belehrende Betrachtungen angestellt. Er bemerkte nämlich, dafs, wenn die Blumen der Pflanzen in höheren Gebirgsgegenden durch ihre ausgezeichnete Gröfse auffallen, diefs in der Regel nur im Verhältnifs der Gröfse der ganzen Pflanze zu der der Blume der Fall sey. Er beobachtete nämlich, dafs an einer und derselben Pflanzenart, wenn sie höher hinaufsteigt, die Gröfse des ganzen Gewächses immer mehr und mehr abnehme, die Gröfse der Blume aber dagegen ungestört bleibe. Im Allgemeinen wachsen die Pflanzen in höheren Gebirgsgegenden niedriger als im Tieflande, da sie der gröfseren Wärme bedürfen, welche dicht am Boden durch unmittelbare Mittheilung wirkt, höher über demselben aber in der verdünnten Luft immer schneller und schneller abnimmt. Pflanzen, welche daher in den niederen Gegenden gerade in die Höhe wachsen, zeigen sich weiter oben mit am Boden niedergelegten schwächeren und kürzeren Stengeln noch im kriechenden Zustande vorkommend; so sah er diefs z. B. an der *Scabiosa caucasica*, welche unten gerade

*) *Mém. d'Arcueil III*, 281.

aufstehende $2\frac{1}{2}$ Fufs lange Stengel bildete, höher oben aber kriechend war, und höchstens noch 15 Zoll lange Stengel hatte. Pflanzen, die sich solche Aenderungen nicht gefallen lassen können, müssen zuückbleiben. Ueberhaupt aber bleibt der Wachsthum des Stengels und der Blätter in den höheren Gegenden ganz auffallend zurück, wird immer hinfälliger und schwächer, und Parrot erklärt diefs sehr gut, durch die gröfsere Verdünnung der Luft, und namentlich durch ihren geringeren Gehalt an Kohlensäure, welcher das Athmen erschwert, und es ihnen unmöglich macht, die Kohlensäure der Asmosphäre am Tage in hinreichender Menge zersetzen zu können, was eine der Haupt-Funktionen der Blätter ist. So ist eine der höchsten Pflanzen des Kaukasus, das ***Leontodon nivale***, nahe der Schneegrenze nur $\frac{5}{4}$ Zoll hoch, und davon nahm die Blüthe allein über $\frac{1}{2}$ Zoll weg, die am Boden liegenden Blätter aber waren höchstens $1\frac{1}{2}$ Zoll lang. Nur 200 Toisen tiefer aber betrug die Länge der Blätter schon 3 Zoll, während die Blüthe sich gleichblieb. Höchst auffallend aber zeigte sich diese ganze Erscheinung an dem ***Cerastium Kasbek Par.***, welches sich noch 1000 F. über der Schneegrenze (also in 10878 F. Höhe) findet. Es war dem ***C. alpinum*** und ***frigidum*** sehr ähnlich, und hatte mit ihnen gleich grofse und vollkommene Blüthen und Samen-Kapseln, aber sein Stengel war sehr verkümmert und die Blätter fast auf Nichts reducirt (in membranöse Scheiden verwandelt). Pflanzen mit gefiederten Blättern erhalten daher auf höheren Gebirgen erst gesägte und dann ganzrandige Blätter, und werden dadurch in der Höhe ganz unkenntlich, so ***Scab. caucasica*** und ***Senecio chrysanthemifolius*** am Aetna. Diese Erscheinung erinnert ganz an die Verschiedenheit der Blätter über und unter Wasser von ***Ranunculus aquatilis***, oben einförmig und gelappt, unten vielgefiedert gröfser. Es ist daher auch etwas ganz Gewöhnliches, in Alpenrasen ganz kurze kleine enganliegende Blätter, und

darauf unmittelbar grofse schöngefärbte Blüthen fast ohne Stengel aufsitzend zu finden, eine Erscheinung, welche diesen Theil der Gebirge charakterisirt. Daher sind hier so viele Acaules einheimisch, wie *Gentiana ac.*, *Primula ac.*, *Banium ac.*, *Silene ac.*, und ähnlich verhalten sich die kleinen *Aretia*-Arten, *Dryas octopetala* u. s. w., ja manche dieser Pflanzen bekommen tiefer unten wachsend einen Stengel wie *Carlina acaulis* u. s. w., und gröfsere Blätter. Diefs unterscheidet aber die Pflanzen der Gebirge sehr von denen in den Polargegenden, denn dort sind sie zwar auch der geringen Temperatur wegen meist niedrig, aber Blätter und Stengel vegetiren sehr üppig, grofs und dick. Dafs nun übrigens aber die Blüthe auf den Gebirgen bei dieser Verkümmerung der übrigen Theile in ihrer Entwickelung nicht gehemmt wird, glaubt Parrot, rühre daher, weil die ihr eigenen Funktionen durch die Existenz in der Höhe durchaus nicht gestört werden. Die Blumen unterhalten nämlich keinen regelmäfsigen Athmungs-Procefs, und wenn sie auch etwas Kohlensäure aus der Atmosphäre zersetzen, so enthält die höhere Atmosphäre deren für sie noch in hinreichender Menge; sie hauchen aber zugleich stets noch etwas Stickgas aus, welches ihnen, nach Saussure's Versuchen, höchstwahrscheinlich durch den Stengel zugeführt wird, und die Leichtigkeit dieser Aushauchung kann in der verdünnten Luft auf Bergen nur vermehrt werden. In ähnlicher Weise entwickelt sich daher auch die Wurzel bei den Alpenkräutern sehr kräftig, da sie in keiner ihrer Funktionen durch die Existenz auf höheren Bergen gestört wird.

Was aber nun die lebhaftere Färbung an den Blüthen der Gebirgspflanzen betrifft, so ist sie ein sehr auffallendes und von allen Beobachtern gekanntes Phänomen. Schouw äufsert, dafs schmutzige und gemischte Farben der Blumen, welche in der Ebene so häufig sind, bei den Blüthen der Gebirgspflanzen fast nicht vorkom-

men. Selbst weifs ist nicht häufig. Unter den 48 Arten auf dem Pic du Midi waren nach Ramond nur 8 bis 9 weifsblühende, und unter einer gleichen Zahl am Simplon fand Schouw deren nur 7 bis 8, und immer ist dieses Weifs dann von ganz besonderer Reinheit. Wie viel glänzender aber und lebhafter die Blumenfarben (gelb, blau und roth) auf den Gebirgen als in der Ebene sind, davon giebt die Vergleichung von den Blüthenfarben der ihnen ganz nahe verwandten Arten aus der Ebene Zeugnifs, so *Aparagia crocea*, *Linaria alpina*, *Gentiana acaulis* und *G. nivalis*, die *Veronica alpina*, *Draba pyrenaica*, *Arabis coerulea*, die Primeln der Ebene und der Gebirge; selbst unser so schön gefärbtes Vergifsmeinnicht wird auf den Alpen durch die glänzendere *Myosotis nana* verdunkelt. Schouw glaubt, dafs eine der wesentlichsten Ursachen dieses Verhältnisses in der gröfseren Intensität des Lichtes auf höheren Gebirgen liege, welche auf die Färbung des vom Lichte am meisten abhängigen Pflanzenorgans nothwendig einen Einflufs üben müsse. — Aehnlich ist es ja unter den Tropen, wo die vermehrte Lichtintensität die prachtvollsten Farben der Blumen hervorruft.

3) Die Alpenpflanzen besitzen gewöhnlich eine viel gröfsere Reichhaltigkeit an bitteren und aromatischen Stoffen. Es sind daher unter ihnen sehr viel Arzneigewächse, und sie liefern dem Vieh bekanntlich eine reizendere kräftigere Nahrung als die Weiden der Ebene. Wir erinnern hierbei nur an die Gattungen *Achillea*, *Arnica*, *Artemisia*, an die bitteren *Gentianae*, an *Veratrum*, *Angelica*, *Imperatoria*. Merkwürdig aber ist auch noch zugleich, dafs, wie Schouw bemerkt, unter ächten Gebirgspflanzen keine Giftpflanze vorkommt. Denn die einzigen, welche man nennen könnte, nämlich *Veratrum* und *Aconitum*, gehen nicht hoch hinauf, sondern gehören den Floren mittlerer Höhe an.

Um nun die Veränderungen, welche die Vegetation

nach der Höhe erleidet, genauer kennen zu lernen, ist es nöthig, sie nach allgemeinen Grundsätzen in gewisse Haupt-Abtheilungen zu bringen, welche in der Pflanzengeographie mit dem Namen Regionen belegt werden. Diese Regionen sind im Allgemeinen von der relativen Höhe abhängig, doch verändert sich die absolute Erhebung über das Meer, in welcher sie eintreten, nach den Breitengraden; denn eine und dieselbe Pflanze, oder nahe verwandte Arten, welche einander gegenseitig ersetzen, gedeihen natürlich in den verschiedenen Zonen auch in gar sehr verschiedenen Erhebungen über das Meer, und es hat sich selbst bei genaueren Vergleichungen ergeben, dafs auch die Breite, welche ein und derselbe Vegetationsgürtel an den Abhängen der Berge bildet, nach den verschiedenen Gegenden der Erde verschieden ausfällt. Es kann daher die Höhe weder in ihrer absoluten noch in relativer Bedeutung einen Grundsatz für eine allgemeine Eintheilung der Vegetation nach Regionen abgeben, sondern dieser Grundsatz mufs vielmehr aus dem Charakter der Vegetation selbst hergenommen werden, welchen wir überall in gewissen zahlreicheren oder minder mannigfaltigen Abstufungen gleichartig wiederfinden. Die Naturforscher haben daher zum Theil sehr verschiedenartige Grundlagen zur Motivirung ihrer pflanzengeographischen Abtheilungen in den Gebirgen gewählt; einige derselben aber scheinen nur allgemein anwendbar, und es sind daher die für sie üblichen Benennungen ziemlich allgemein in die Wissenschaft eingeführt worden. Sie sind folgende:

Unter den Erscheinungen, welche für die Vegetation von Bedeutung in allen Gebirgsgegenden wiederkehren, sind unstreitig zwei vor allen hervortretende: das Aufhören der Vegetation an der Schneegrenze und die Grenze der Wälder oder der hochstämmigen Bäume. Wir werden daher in allen Gebirgen zwei Hauptgürtel für den allgemeinen Charakter der Ve-

getationsdecken erhalten, deren unteren, wenn wir von den Aenderungen absehen, welche durch künstliche Einwirkung des Menschen hervorgebracht wurden, wir füglich mit dem Namen der Waldregion *(regio nemorosa, silvatica)* belegen können; den oberen aber pflegt man allgemein die Alpenregion *(regio alpina)* zu nennen, weil in ihm vorzugsweise die eben charakterisirten Alpen- oder originellen Gebirgs-Pflanzen gedeihen. Beide Regionen nehmen mit zunehmenden geogr. Breiten stets an Breite ab, und zwar die untere aus sehr leicht übersehbaren Gründen, weil, je mehr man sich den Polen nähert, immer mehr von den unteren Theilen derselben wegbleiben mufs, die obere aber nach einem Naturgesetze, dessen Ursachen keinesweges so entschieden erwiesen sind, übrigens wahrscheinlich auf dem, gegen die Pole hin immer gröfser werdenden Unterschiede zwischen der Sommerwärme und der Winterkälte beruhen, während die Vegetation in den niederen Breiten entschieden mehr von der das ganze Jahr hindurch herrschenden Mitteltemperatur abhängt.

Es beträgt daher wahrscheinlich der Raum zwischen der Baum- und der Schneegrenze nach Schouw:

1) In den Äequatorial-Gegenden Südamerika's 4000 F.
2) In den Alpen und Pyrenäen . . 2700—2900 F. *)
3) In Norwegen . . . . . 1900 F.
4) In Lappland . . . . . 1500 F.

Es giebt jedoch in diesen beiden Hauptregionen auch noch einige allgemein wiederkehrende Unterabtheilungen.

In dem Alpengürtel nämlich bildet einen sehr scharf bezeichneten Absatz die Linie, in welcher die Sträu-

---

*) Nach Wahlenberg liegt diefs in den Alpen in der Breite der *regio subnivalis; s. de climate et vegetat. p. XXXV.*

cher hervortreten, und man unterscheidet daher naturgemäfs eine obere und untere Alpenregion, *regio alpina superior* und *inferior*; die erstere kann man auch passend mit vielen Botanikern die Schneeregion, *regio nivalis*, die zweite die Strauchregion, *r. arbuscularum*, nennen.

In dem Gürtel der Bäume aber zeigt sich, abgesehen davon, dafs derselbe in jedem Gebirge nach verschiedenen Höhen durch einige in ihm vorherrschende Waldbäume charakterisirt wird, eine allgemein eintretende Verschiedenheit des Charakters; in den höheren Theilen desselben nämlich fangen die Bäume von einer gewissen Grenze an niedriger und spärlicher zu werden, und es stellen sich in dem Rasen unter ihnen bereits einige Alpenpflanzen ein, während die niederen Pflanzen der unteren Regionen verdrängt werden. Diesen oberen Theil der Waldregion aber pflegt man in der botanischen Sprache allgemein die subalpinische Region, *regio subalpina*, zu nennen.

Diese vier Abtheilungen werden im Allgemeinen hinreichen, die Haupt-Verschiedenheiten der Vegetation auf den Bergen zusammenzufassen, und ohnerachtet in verschiedenen Breiten noch bei schärferer Vergleichung eine Menge untergeordneter Rücksichten nöthig werden, so werden doch diese Haupt-Unterschiede immer vor allen anderen deutlich hervortreten. Auch schon in den uns näher liegenden niederen Gebirgen sind sie merklich, doch kommen wir in den meisten derselben, wie z. B. im Harze, an dem Gipfel des Brocken, kaum weiter als bis in die subalpinische Region; nur allein auf dem etwa 4000 F. hohen Kamme des Riesengebirges tritt die untere Alpenregion hervor, indem hier bereits die Baumgrenze deutlich zurückbleibt, und nur noch Sträucher mit Alpenrasen vorkommen.

Um die wesentlichsten Verhältnisse der Erscheinungen, welche die Regionen der Gebirge in den verschie-

denen Zonen des Erde von einander auszeichnen, kennen zu lernen, ist es am zweckmäfsigsten, eine vergleichende Uebersicht der Vegetations-Verhältnisse in den Kordilleren des tropischen Amerika, in den Südeuropäischen Alpen und in denen von Lappland folgen zu lassen.

In den Kordilleren der Aequinoktial-Gegenden hält es Humboldt der Eigenthümlichkeit der Verhältnisse wegen für passend, dem Sprachgebrauche der Einwohner zu folgen, und bis auf Weiteres drei wesentlich verschiedene Regionen zu unterscheiden, nämlich eine heifse, eine temperirte und eine kalte, welche die spanischen Kolonisten mit dem Namen der *tierra caliente, templada* und *fria* belegen. — (Prolegomena 8vo 91.)

1) Die *Regio calida* (*tierra caliente*), geht sowohl in den Aequatorial-Gegenden Südamerikas, als in den mexikanischen Gebirgen vom Spiegel des Meeres bis zu 300 Tois. (1800 F.) Die ihr zukommende jährliche Mittel-Temperatur besitzt die aufserordentliche Gröfse von 30° bis 23° C. Die Fruchtbarkeit in dieser Region, die Mannigfaltigkeit der Formen, welche hier vorkommen, ist ungeheuer, doch zeigt sich ein merklicher Unterschied zwischen einem Gürtel, welcher die unteren 600 F. begreift, und zwischen dem übrigen Theile.

Dieses untere Drittel nämlich bildet meistentheils die flachen Vorländer der Küsten und die weit ausgedehnten Steppenflächen oder Llanos, und da diese niedrigen Landstriche vorherrschend aus lockerem Sande gebildet werden, so sind sie schon im Allgemeinen der Bildung einer Vegetationsdecke nicht günstig. Es fehlen ihnen die Bäume, und da in ihrem Schatten sich das Wasser nicht sammeln kann, so leiden sie an einer aufserordentlichen Trockenheit; zugleich wird der den Sonnenstrahlen preisgegebene nackte Boden auf eine furchtbare Weise erhitzt, und die von ihm ausgehende Wär-

mestrahlung hindert fast das ganze Jahr hindurch die feuchten Niederschläge der Atmosphäre. Wo überdiefs noch das Meer in der Nähe ist, oder Flüsse, die von den Bergen kommen, münden, oder durch Austreten stehende Wassermassen erzeugen, da herrscht aufserdem durch die schnelle Fäulnifs und den Mangel luftreinigender Winde eine pestilenzialische Luft. Es ist daher das Bild dieses Theiles der heifsen Region in der That ein sehr abschreckendes, und die Unerträglichkeit der dort herrschenden schattenlosen Hitze ergiebt sich genügend daraus, dafs in Cumana die Temperatur oft Monate lang am Tage sich zwischen 26° — 30° C. hält, des Nachts aber höchstens auf 23,5 — 22° C. herabsinkt, während hier die mittleren Differenzen zwischen dem Temperatur-Medium der kältesten und wärmsten Monate des Jahres etwa nur 2,5° C. betragen. Noch drückender aber ist diefs Verhältnifs in den Llanos, dort fand A. v. Humboldt die Wärme am Tage 32 — 36° C., des Nachts 30 — 31°, und der Sand des Bodens hatte Nachmittags 4 Uhr eine Temperatur von 53° angenommen. Hier herrscht das ganze Jahr hindurch eine Temperatur wie die des Monates Juli zu Kairo, doch bringen in diese Llanos die Flüsse von den Gebirgen ihr Wasser, und zur Winterszeit überziehen sie sich mit Kräutern, worunter besonders krautartige Mimosen, welche dem Vieh eine willkommene Nahrung darbieten; aufserdem sind hier charakteristisch die Cactus, oft Quellen vertretend für die Maulthiere.

Ganz anders dagegen ist das Bild, welches die oberen Zweidrittel dieser heifsen Region darbieten. Als Muster kann der untere Abhang der Gebirge von Neuandalusien, Cumanacoa, die Ufer des oberen Orinoco, des oberen Amazonenstromes bei Tomependa dienen. Dort ist Schatten von hochstämmigen Bäumen, welche in dieser Region mit den auf ihnen vorkommenden Lianen fast die einzige Vegetation bil-

den und es giebt häufige Regen und bewölkten Himmel, welcher die Hitze mildert. Alle dort wachsenden Bäume sind übrigens immergrün, da der Abgang ihres Laubes fortwährend ersetzt wird; dagegen fehlen diesen Gegenden die Kräuter, welche eine zusammenhängende Wiesendecke bilden, und sie entbehren so eine der schönsten Zierden, das üppig frische Grün reicher Wiesenflächen, welche die gemäfsigte und kalte Zone auszeichnen.

Unter den Pflanzenformen, welche sich hier auszeichnen, sind vor Allem die prachtvollen dikotyledonischen Laubbäume zu nennen, welche, wie die mit mandelähnlichen Früchten bedeckte ***Bertholletia excelsa***, wie die majestätischen Swietenien, das Guayacum, einige gigantische Ficus-Arten u. s. w., wahre Riesen der Vegetation bilden, von deren Dimensionen so wie von der Kräftigkeit des Wuchses wir in den Klimaten der gemäfsigten Zone keinen Begriff haben. Diese grofsartigen Baumformen, welche die Haupt-Bestandtheile der sogenannten Urwälder Brasiliens, an dem Fufse der Bergketten von Venezuela und am Orinoco bilden, sind mit einander auf das Mannigfaltigste und Innigste verbunden durch die zahlreichen und oft selbst wieder mit kräftigen Stämmen versehenen Lianen oder Schlingpflanzen; mannigfaltigen Geschlechtern aus den Familien der Orchideen, Aristolochien, Apocineen, Passifloren u. s. w. gehörig, bedecken sie wild durcheinander oft die Bäume, an welchen sie sich emporschlingen bis zur Unkenntlichkeit. Blätter und Blüthen der verschiedenartigsten Formen wachsen hier oft so wunderbar dicht durcheinander, dafs es dem Botaniker unmöglich scheint zu bestimmen, welche der einen, welche der andern Pflanze gehören, und das Leben eines Malers möchte häufig nicht hinreichen, alle die Blüthenformen zu malen, welche ein einziger um einen Baum sich zusammenwirrender Knäuel oder vegetabilischer Berg

ihm im Laufe der Jahreszeiten darbietet. Oft sind noch die Stämme dieser Bäume von zahlreichen aus ihrer Rinde aufsprossenden Parasitenpflanzen mit den prachtvollsten Blumen und Blättern bedeckt. Diese Pflanzen gehören meist den natürlichen Familien der Orchideen oder dem grofsartigen Genus der Epidendra (zu welchen u. a. die aromatische Vanille gerechnet wird) zu den Arum-Gewächsen mit prachtvollen grünen Blättern (namentlich der Gattung *Pothos*, *Dracontium*, *Calladium*) und zu den ananasartigen oder *Bromeliaceae* mit aloeartig ausgebreiteten wirbelförmig gestellten Blättern. Oft zehren alle diese Parasiten und Schlingpflanzen so mächtig an der Lebenskraft des Baumes, den sie umgeben, dafs er abstirbt, verrottet und zerfällt, und dann stehen solche um einen hohlen Raum geschlungene Pflanzenmassen schief geneigt, sich durch ihr Flechtwerk erhaltend frei da, in abenteuerlicher Riesengestalt. — Das Unterholz in diesen Wäldern bilden besonders häufig die gewürzreichen Piperaceen u. s. w.

Noch andere diesen heifsen Erdstrichen besonders eigene Pflanzenformen, welche hier ihre höchste Entwikkelung erlangen, sind die bekannte Palmenform, die der Pisang- oder Bananen-Gewächse mit den wunderbar üppigen Strelizien, Uraniae u. s. w., und den ihnen so nahe verwandten Würzschilfen oder *Scitamineae*, zu welchen u. a. der Ingwer, das Amomum und das so bekannte indische Blumenrohr, *Canna indica*, gehören. Ferner die Baumlilien, wohin die *Yucca*, *Barbacenia* und selbst nahe noch die *Dracaena* gehören, dann vor Allem aber auch noch die baumartigen Gräser, welche den Gattungen *Bambusa*, *Gynereum* u. s. w. gehörig, undurchdringliche, mit Stacheln oft vertheidigte Gebüsche in den Ebenen an den Flufs-Ufern bilden, wo sie die katzenartigen Raubthiere verbergen, die Wohnungen der Indianer einfassen und

einen sonderbaren Kontrast gegen die bei uns unter ähnlichen Verhältnissen auftretenden Wiesen von krautartigen Gräsern bilden.

Unter den Kulturgewächsen, welche diesen Regionen eigenthümlich angehören, oder doch besonders in ihnen gedeihen, nennen wir den Pisang, denn dieser gehört auch, was oft bezweifelt worden, der neuen Welt an; nach Martius ward die Banane mit dreieckiger Frucht, ***Musa paradisiaca***, schon vor der Entdeckung der neuen Welt von rothen Menschen gebaut, die mit runder Frucht aber ***(Musa sapientum, Banane di St. Thomé)*** ist von Guinea eingeführt worden. — Ueberaus prächtig ist die zu dieser Familie gehörige ***Urania amazonica***, deren Blätter zum Dachdecken dienen, — der Cacaobaum ***(Theobroma Cacao)*** und die Ananas. Der Kaffeebaum und das Zuckerrohr gedeihen noch weit über diese Zone hinaus, ja den beiden letzteren und insbesondere dem Kaffeebaume, der in schattigen Berggegenden einheimisch ist, beschränkt hier die zu grofse Hitze das Gedeihen.

2) ***Regio temperata (tierra templada)*** geht von 1800 — 6600 F. Höhe. Die ihr entsprechende Mitteltemperatur beträgt 22 — 17° C. Diese Region ist die glücklichste der Erde, denn mit gemilderter Hitze, reichem Schatten und Benetzung durch Regen, herrscht in ihr wegen der Gleichförmigkeit des Klimas unter den Tropenländern fast das ganze Jahr hindurch ein ewiger Frühling, überall blühende und fruchtreiche Felder, waldige Berge und strömende Wässer. Hieher gehören daher auch die angebautesten reichsten Gegenden, wie die Thäler von Caracas, Aragua bei Neu-Valencia, die grofsen Stromthäler des Magdalenenflusses und des Rio Cauca, das üppige Popayan; die Temperatur ist an diesen Orten am Tage in der Regel 19 — 24°, des Nachts aber meist 14 und 16°. Von den hiehergehörigen Pflanzen sind besonders die China-Bäume ***(Cin-***

(Cinchonae) auszuzeichnen, von denen jedoch einige Arten bis 9000 F. aufsteigen; es zeigt sich ferner hier in dem unteren Theile in einem Gürtel von 1800—4800 Fufs die so überaus zierliche Form der baumartigen Farrnkräuter; viele Palmen gedeihen hier herrlich, und von Kulturgewächsen tritt in ihren unteren Theil, bis 3000 F. Höhe, noch der Pisang ein; selbst Cacao gedeiht noch bei Caracas; Indigo, Zuckerrohr, Kaffee und Baumwolle aber sind hier vorzugsweise zu Hause, letztere steigt hier bis zu 4200 F. auf.

3) ***Regio frigida (tierra fria)*** geht von 6600 F. bis zur Schneegrenze in 14760 F. Höhe. Alex. v. Humboldt scheint es indefs passend, diesen Raum noch in einige Unterabtheilungen zu bringen. — Er unterscheidet nämlich:

a. ***Regio subfrigida,*** von 6600 F. bis 9600 F.; die Mitteltemperatur erhält sich zwischen 17 bis 12,2°. Es gehören hieher sehr viel ansehnlich bewohnte Gegenden, und in ihr liegen alle bedeutenderen Hauptstädte des äquinoktialen Amerika, ein diesem Lande vorzugsweise eigenes Phänomen; so Quito und Mexico, Sta. Fé de Bogota u. s. w. Das Klima wird hier schon unfreundlich und rauh, und namentlich herrschen hier scharfe und ungestüme Winde, auch treten selbst in den oberen Theilen dieser Region als Seltenheit schon Schneeschauer ein. In Quito hält sich das Thermometer am Tage gewöhnlich auf 15,6 bis 19,3°, des Nachts auf 9 bis 11°, nie sinkt es in der kältesten Zeit unter 6°; es ist diefs eine Temperatur, wie sie ungefähr der Monat Mai in Paris hat, oft schon schaurig, doch nie kalt, und eben so ist es auch in Mexico. Unter den Pflanzen, welche diesem Gürtel angehören, zeichnen sich in seiner Mitte ganz besonders die Gebirgspalmen aus. Das hohe ***Ceroxylon andicola,*** welches mit ***Kunthia montana*** und ***Oreodoxa frigida*** in den Bergen von Quindiu bis zu 8700 Fufs aufsteigt. In den unteren Theilen vegetiren noch

kräftig die China-Bäume (Cinchonaeen), und mit ihnen die, dem tropischen Amerika ganz eigenen und den Myrten und Granaten verwandten Melastomen. In dem oberen Theile schon zeigen sich den europäischen nahe verwandte Eichenformen, wie *Quercus bogotensis*, und Ellern, Alnus-Arten, welche Wälder bilden.

b. Regio solitudinum, die Gegend der Einöden, reicht von 9600 F. bis 11400 F. Die ihr entsprechende Mittel-Temperatur ist 12,2° bis 5,5°. Es ist dieſs eine den Kordilleren ganz besonders eigene Erscheinung. Weite einsame Hochflächen, welche das ganze Jahr hindurch weder Sommer noch Winter, sondern immer eine schaurige Temperatur haben. Dort sieht man unzählig oft trübe Regenwolken, es herrschen schauerliche Stürme, welche gegen die Windstille in den tiefen Thälern einen sehr traurigen Kontrast bilden. Hier schneit, regnet und hagelt es zu allen Zeiten wild durcheinander, und in etwa 10800 F. Höhe herrscht das Jahr über ein Klima, welches der Beschaffenheit des März in Paris, oder dem Anfange unseres April gleich ist. Diese merkwürdigen Gegenden des Gebirges werden von den Spaniern Paramos genannt, und in ihnen liegen besonders des Bergbaues wegen einige bedeutendere Städte, wie z. B. das silberreiche Hualgayoc in Peru, das Zinnober führende Huancavelica. In diesen traurigen Gegenden trifft die *regio subalpina* mit der *alpina* zusammen, denn noch bis etwas über 10000 F. Höhe erstreckt sich hier der Baumwuchs, es sind theilweise die unteren europäischen Formen, an der Grenze aber die besonders Amerika eigenen Wintereen (den Magnolien verwandten Bäume mit aromatischen Rinden) und die Escallonien (dem *Philadelphus* verwandt), welche die Wälder bilden, unter denen sich schon Alpenpflanzen einstellen, ja die letzteren gehen in die untere alpinische Region der Sträucher über, welche zu-

letzt kurz und mit kriechend ausgestreckten Zweigen auftreten.

c. Regio saxosa, die steinige Region, von 11400 F. bis 14760 F. Die ihr entsprechende Mittel-Temperatur sinkt von 5,5° bis 1,6°. Sie begreift insbesondere die rauhen oberen Theile der felsigen Gebirgskämme; in ihr liegt oft Schnee; die Temperatur reicht nicht mehr hin um Getreide zu reifen, und nur ihr unterer Theil ist noch bewohnbar. In ihr liegt das höchste bewohnte Haus, die Meierei des Antisana, 12600 F. hoch (wie die höchsten Dörfer im Himalaya); oft friert hier der Boden fest. Diefs ist die eigentlich ganz alpinische Region des Gebirges, und in ihren unteren Theil greifen noch die Sträucher ein; doch herrscht hier die Alpenrose mit einigen den nordeuropäischen ganz ähnlichen Formen aus den Gattungen *Gentiana*, *Ranunculus*, *Draba*, *Valeriana*, *Alchemilla* u. s. w. In einer Höhe von 12600 F. etwa treten hier die in der Tropenzone sonst so seltenen krautartigen Gräser hervor, und bilden eine goldgelbe Decke, besonders zusammengesetzt aus Arten der Gattungen *Stipa*, *Arena*, *Agrostis* u. s. w. Sie reichen immer mehr zusammenschrumpfend bis etwa 14100 F., und die letzten 6—700 F. sind dann ganz den Lichenen überlassen *(regio lichenosa)*, welche die nackten Felsen bedecken, und mit denen zuletzt an der ewigen Schneegrenze alles vegetabilische Leben erstarrt.

Indem wir die in diesem Naturgemälde der Aequatorial-Gebirge über die Verhältnisse der Vegetation gegebenen allgemeinen Ansichten mit den gleichnamigen Verhältnissen der für diesen Zweck ungemein wohl (gerade in mittleren Breiten von 44°—46°) gelegenen Alpen vergleichen, scheint mir passend hier eine Uebersicht von dem nördlichen Abhange derselben zu geben, wie sie aus Wahlenberg's vollendeter Darstellung in

seinem oben angeführten Werke hervorgeht. Wahlenberg unterscheidet hier folgende Haupt-Verhältnisse:

1) Die Gegend der Ebene, *regio planitiei, vel basis Helvetiae septentrionalis.* Sie reicht von den tiefsten Punkten des Landes, dem Rheinthale bei Basel in 300 F. Meereshöhe, bis höchstens noch 400 F. aufwärts, und wird vorzugsweise charakterisirt durch die Kultur des Weinstocks *(regio vitifera)*, welcher am Rheine und den in ihn einmündenden unteren Thalmündungen am Bodensee (1240 F.) u. s. w. stattfindet. In den Umgebungen des Zürcher-Sees (1230 F. über dem Meere) baut man die Rebe noch ausnahmsweise bis zu nahe an 500 F. über dem See, also in 1700 F. Meereshöhe, allein freilich nur in geschützten Lagen und mit einem sehr mittelmäfsigen Ertrage.

2) Die Wald- oder Baumregion, *regio sylvatica*, reicht von 1200—5500 F. Meereshöhe, und sie zeigt in der Vertheilung der sie charakterisirenden Gewächse einige regelmäfsige Abstufungen, welche bedeutendere Unterabtheilungen hervorrufen, nämlich:

a. die untere Waldregion, *regio montana inferior*, oder besser wohl *regio sylvatica inferior*, wird charakterisirt durch das Auftreten der Nufsbäume *(Juglans)*, welche in den Thälern auf den fruchtbaren Wiesen um Thun und Interlaken (etwa 1800 Fufs Meereshöhe) ganz besonders üppig gedeihen. Wahlenberg setzt ihre obere Grenze in etwa 2500 F. Meereshöhe, doch erscheinen sie noch in geschützten Lagen im Hasli-Thale bis zu 2900 F.; an anderen Orten dagegen, welche den rauhen Nordwinden ausgesetzt sind, verlieren sie sich schon in 1900 bis 1950 Fufs. — Ueber den Nufsbäumen dagegen, welche doch am Ende nur eine künstliche Stufe bezeichnen, steht in grofsartiger Verbreitung:

b. die Region der Buchenwälder, *regio montana (oder sylvatica) superior.* Hier ist die Bu-

che *(Fagus sylvatica)* bei weitem der vorherrschende Baum, und durch den ganzen Gürtel hin anhaltend. Sie reicht von 2500 bis zu 4000 F. Etwa in der Mitte dieser breiten Region, in 3000—3300 F. Höhe, fangen zuerst unsere Eichen, Ulmen und Linden an zurückzubleiben, und mit ihnen unsere gewöhnlichen Obstarten, Aepfel und Birnen, dann Kirschen, Haselnüsse u. s. w.; doch dauert die Kultur des Getreides stets fort, und mit ihr die das ganze Jahr hindurch benutzten festen Winterwohnungen. Wo die Buchenwälder aufhören endlich, verbreitet sich:

c. die subalpinische Region, *regio subalpina*, von 4000—5500 F. Sie könnte im Gegensatz gegen die vorige füglich die Region der Nadelhölzer, *regio coniferarum*, genannt werden, denn in ihr kommen keine Laubwälder mehr vor. Mit der Buche verschwinden auch die Kornfelder und die Winterwohnungen, ja sie erreichen meist selbst kaum ihre obere Grenze, und es beginnen hier die Sommerhütten und Viehweiden. Die vorherrschenden Nadelhölzer der Alpen sind vorzugsweise Roth- und Weifs-Tanne *(P. Abies* und *picea Lin.)*, Kiefer *(P. sylvestris)*, Lärchenbaum *(P. Larix)* und Arve oder Zirbelbaum *(P. Cembra)*. Unter diesen aber scheint die Rothtanne bei weitem die allgemeinste in dieser Region zu seyn; sie geht durch den ganzen Gürtel derselben hinauf bis an die obere Grenze, und mit ihr zuweilen selbst *Pinus Larix* und *P. Cembra*, ja letztere steigt selbst zuweilen noch höher; doch haben diese Bäume, wie Wahlenberg sich ausdrückt, mehr einen erratischen, nicht stabilen Charakter, und man kann aus ihren Standorten keine Folgerungen ableiten. Die Arve liebt es selbst an vereinzelten Punkten in günstiger Lage als Strauch noch bis nahe an die Schneegrenze hin aufzutreten, und ist deshalb zu Aufstellung allgemeiner Gesetze nicht brauchbar. Eine andere allgemeine Regel dagegen ist

es, dafs die Weifstanne immer nur in den unteren Theilen der Nadelholzregion vorkommt; nach Wahlenberg's Bestimmungen scheint sie 4500 F. Meereshöhe nicht zu übersteigen, und in ähnlicher Weise zeigt sie sich auch in unseren mitteldeutschen Gebirgen als ein Baum, welcher eines milderen Klima's bedarf. Mit ihr parallel geht merkwürdigerweise an sehr vielen Orten die bei uns bedeutend härtere Kiefer; doch an anderen Orten, wie z. B. am Pilatus, am Feuerstein u. s. w., erreicht sie völlig dieselbe Höhe wie die Rothtanne.

In dieser Nadelholzregion stellen sich, wie es den Begriffen der subalpinischen Zone gemäfs ist, die ersten Alpenpflanzen, in den oberen Theilen selbst schon sehr häufig ein, wie namentlich *Gentiana acaulis*, *Dryas octopetala*, *Saxifraga oppositifolia*, *Soldanella alpina*, *Erigeron alpinum* u. s. w.

Das so breit ausgedehnte und von den Thälern ansehnlicher Flüsse zerrissene Gebirge des St. Gotthard zeigt, wie schon Wahlenberg bemerkte, in Beziehung auf die charakteristischen Verhältnisse der beiden letztgenannten Regionen einige bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. An ihm ist das Wachsthum der Laubhölzer beschränkt, und in allen seinen Thälern hört die Buche früher als in den übrigen Alpen auf. An der Strafse im Reufs-Thale verschwindet dieser Baum schon bei Wasen in 2870 F. Höhe, im Hasli-Thale unter Guttannen bei 3033, und im Rheinthale wenig über Chur gedeiht er nicht mehr. Dieses merkwürdige Verhältnifs wird aber keinesweges durch eine gröfsere, hier etwa herrschende Kälte veranlafst, denn die anderen charakteristischen Gewächse machen diese Anomalie nicht mit, ja sie steigen sogar selbst ungewöhnlich hoch auf; so geht z. B. der Wallnufsbaum im Rheinthale bis an die obere Buchengrenze (2447 F.), die Kirsche und die gemei-

neren Obstsorten übersteigen sie im Rheinthale, und dem Hasli, und die Haselnufs mit der Erle *(Alnus incana)* steigen im Rheinthale selbst zu 4200 F. bei Geschinen zu 3396 F. auf. Auch wird das Korn hier im Rheinthale und im Meyen-Thal höher als irgendwo in den nördlichen Alpen gebaut, und als eine merkwürdige Ausnahme sind die stehenden Winterwohnungen des Ursern-Thales in 4200—4500 F. Meereshöhe zu nennen, wo indefs freilich kein Ackerbau mehr stattfindet. Ferner das Dorf Simplon in 5000 F. und Sils in Ober-Engadin in 4500 F. Höhe.

Es folgt nun:

3) die untere Alpen-Region, *regio alpina inferior*, von der Baumgrenze bis zu der Höhe, in welcher einzelne Schneeflecke vorkommen *(terminus subnivalis)*. Sie wird schicklich durch die Grenze der Sträucher bezeichnet, welche mit den bekannten Alpenrosen, *Rhododendron ferrugineum*, und seltener *hirsutum*, von 5500 F. bis nahe an 7000 F. aufsteigen, wenngleich freilich in manchen Alpengegenden, wie z. B. am Pilatus, diese Sträucher gar nicht vorkommen, und sie in anderen, besonders wohl durch Wasser in den Thälern herabgeschwemmt, bis zu bedeutender Tiefe herabsteigen. Diese Gegend ist die eigentliche Region der Alpenwirthschaft, und sie bietet die reichsten Weiden kräftig wachsender und gewürzhafter Kräuter dar. Zu den ihr charakteristischen Sträuchern rechnet Wahlenberg noch ganz insbesondere *Alnus viridis* (hier beginnen die *Salices, S. glauca, herbacea, retusa, reticulata* u. s. w.).

4) Die obere Alpen-Region *(regio subnivalis)* geht bis zur Schneegrenze, welche Wahlenberg in den Alpen in 8200 F. Höhe annimmt; in ihr wachsen nur niedere, ganz charakteristische Alpenkräuter, einige Gentianen *(G. verna)*, viele *Saxifragae, Silene*

acaulis, *Aretia helvetica* und dergl. Hier treten die Phanerogamen unmittelbar an die Schneegrenze, und nicht wie in den Kordilleren nur Kryptogamen.

Merkwürdig ist die zuerst hier gemachte Beobachtung, dafs man in günstigen Lagen dieselben Pflanzen zum Theil auch noch hoch über der Schneegrenze findet. So fand Saussure am Montblanc *Silene acaulis* in 10680 F. Höhe (also 2000 F. über der Schneegrenze) auf vereinzelten Felsen mitten im Schnee. Meier von Aarau hat sie in ähnlicher Höhe am Finster-Aarhorn gefunden. Wahlenberg sammelte auf dem Rofsbodenstock 500 F. über der Schneegrenze noch 28 Pflanzen, ja einige, meinte er, wären recht eigentlich nur über dem ewigen Schnee zu Hause, wie *Aretia alpina*, *Aira subspicata*, *Cerastium latifolium (de vegetat. in Helv. sept. Introd. p. XXXIII.)*. Aehnlich wachsen am Monte Rosa *Ranunculus glacialis* und *Aretia helvetica* in 10500 F. Höhe. Dasselbe sah Ramond in den Pyrenäen noch an Saxifragen, *Ranunculus glacialis*, *Gentiana acaulis*, und Parrot fand am Kaukasus sein *Cerastium Kasbek* noch in 10980 F. oder reichlich 1000 F. über der Schneegrenze. Ein merkwürdiger Beweis, wie geringe Temperaturen und wie unbedeutender Luftdruck bereits hinreichen, um vegetabilisches Leben und die Entwickelung selbst schon sehr vollkommener Pflanzenformen möglich zu machen.

Nach den Vergleichungen von Schouw zeigt sich auf dem Süd-Abhange der Alpen in der Vertheilung der Vegetations-Grenzen im Wesentlichen ganz derselbe Charakter, wie ihn Wahlenberg an der Nordseite gefunden, nur ist die Erhebung sämmtlicher Vegetations-Stufen über dem Meere meist um 1000 — 1200 F. höher. In den unteren Theilen der Baum-Region stellt sich hier charakteristisch mit den Wallnüssen zuerst im Grofsen die Kastanie ein, wenngleich sie auf der Nordseite an einigen günstigen Stellen, wie z. B. am Zuger-See, am

Fufse des Rigi, Rofsberges u. s. w., schon vorkommt; sie gedeiht hier an den Abhängen der Piemontesischen Alpen in der gröfsesten Vollkommenheit, welche dieser Baum überhaupt nur erreichen mag, bis zu nahe an 3000 F. Höhe.

Endlich bringt hier der steile Südabhang des Gebirges eine Erscheinung hervor, welche vielleicht sonst in diesen Breiten noch nicht erwartet werden sollte; es stellen sich nämlich in den Umgebungen der von hohen Bergen geschützten Thäler, welche die grofsen Seebekken des Lago maggiore, L. di Como, di Lugano, di Garda u. s. w. ausfüllen, schon eine Reihe viel südlicherer Gewächse ein, welche bis zu 6- und 700 Fufs über das Meer aufsteigen, und dem Reisenden, welcher über die Alpen kommt, gleich am Fufse derselben ein Abbild von dem geben, was ihn, den Charakter der Flora bedingend, in dem mittleren und südlichen Italien erwartet. Die Region dieser südlichen Gewächse wird hauptsächlich bezeichnet durch eine Reihe von immergrünen Erzeugnissen, welche ihr einen völlig von der nordischen verschiedenen Charakter geben, und es schlägt daher auch Schouw vor, sie die *regio sempervirens* zu nennen. Wir bemerken unter derselben ganz besonders als die härteren, welche schon einen bedeutenderen Kältegrad vertragen können, den Lorbeer *(Laurus nobilis)*, die pyramidale Cypresse *(C. disticha)*, die immergrüne Eiche *(Q. Ilex)*, *Viburnum Tinus;* ungleich zärtlicher aber schon, wenngleich auch noch hier fortkommend, sind die Myrte, der Oelbaum, welcher ohne besonders geschützte Lagen noch kaum reife Früchte bringt, der Kirschlorbeer *(Prunus Laurocerasus)*, die Granate, die Pinie, und endlich stellen sich bekanntlich auch hier schon, wie auf den Boromäischen Inseln, am Garda-See u. s. w., die *Agrumi* oder Südfrüchte ein, mit den ersten Spuren von *Cactus Opuntia* und der aloeähnlichen *Agave*

americana, doch bedürfen sie während des Winters noch der Bedeckung.

Dieser Abschnitt oder die schnelle Aenderung der Vegetation an dem Südfufse der Alpen ist eine überall auffallende, viel bewunderte Erscheinung; sehr schön zeigt er sich u. a. auch bei Triest, wenn man aus den rauhen Bergen von Kärnthen und Krain nun ganz plötzlich gegen das adriatische Meer hin herabsteigt; mit ihm ändert sich dort das ganze Ansehen des Landes, denn nach Istrien hinein fortsetzend, treten an die Stelle kahler Getreidefelder nun ausgedehnte Olivenwälder; wo man Korn baut, werden die Felder mit Bäumen durchzogen, weil das Getreide zu seinem Gedeihen von nun an mehr und mehr stets des Schattens bedarf, und an den Bäumen hinaufsteigend zieht man in den Kornfeldern die Weinrebe. Eine sehr charakteristische Pflanzenform dieser Gegenden ist auch schon gleich bei Triest das riesengrofse und oft Aeste treibende Rohr *Arundo Donax*, und wo Felswände hervortreten, wächst die durch ihre schöne Blüthe so auffallende und anmuthige Kapern-Staude *(Capparis spinosa)*. Doch es ist dieses Bild einer südlichen Vegetation grofsentheils nur eine künstliche und schnell vorübergehende Erscheinung.

Gleich nachdem man den Abhang der Alpen verlassen hat, in der Lombardei, schon bei Mailand und und bis Modena und Bologna, wächst kein Oelbaum mehr; diese Bäume sollen an der Ostküste Italiens erst wieder bei Rimini anfangen, und noch viel weniger ist an das Erscheinen von Südfrüchten zu denken. Diese ganze Vegetation der südeuropäischen Zone, welche sich unmittelbar der afrikanischen anschliefst, kehrt, von Norden herkommend, erst wieder, wenn man den Kamm der Apenninenkette überschritten hat, und dort erlangt sie an dem Fufse der Gebirge gegen das Meer hin einen ganz aufserordentlichen Grad der Entwicklung.

Schon in Toscana, in den Küstenländern, auf der Insel Elba u. s. w., treten in meilenweiten Erstreckungen Wälder auf, welche von 15—20 F. hohen Sträuchern, der *Erica arborea*, *mediterranea* und *scoparia*, von *Arbutus Unedo*, dem Erdbeerbaum, grofsen *Phillyrea*-Sträuchern u. dgl., gebildet werden. Unter den niederen Sträuchern tritt ganz besonders herrschend die dem Terpenthin-Baume so nahe *Pistacia Lentiscus* auf, mit ihr an geeigneten Orten die Myrte und einige schön grofsblühende Cistus-Arten, *C. monspeliensis* und *salvifolius*, und als Produkt eines milderen Klima's zeigt sich zuerst hier vereinzelt die Korkeiche. Unter den kultivirten Gewächsen macht sich zuerst hier, doch immer nur hart an der Küste, die schöne Dattelpalme bemerkbar; der nördlichste Ort ihres Vorkommens scheint die Riviera di Ponente, etwa San Remo, an der Strafse von Genua nach Nizza (43° 50′) zu seyn, von wo aus man alljährlich die Palmenblätter zum Osterfeste nach Rom bringt; doch tragen hier diese Palmen nirgends reife Früchte. Ebenfalls unter so günstigen Verhältnissen, an den Mündungen enger Thalschluchten in's Meer, fangen von hier an auch die Südfrüchte ohne künstlichen Schutz zu gedeihen. Am härtesten unstreitig sind die Citronen, welche man noch in die Berge hinein aufwärts am Spalier zieht, und die bitteren Pomeranzen, welche weiter südlich nur in Berggegenden gedeihen; die süfsen Orangen aber sind hier bei Genua, La Spezia, Massa u. s. w. noch von sehr mittelmäfsiger Beschaffenheit, dort ist ihre Grenze bei Sestri und Nervi, ja sie gedeihen selbst nur wenig landeinwärts noch zu Florenz und Rom nicht, ohnerachtet beide Orte kaum mehr als 100 F. über dem Meere liegen. Nur unter dem mildernden Einflusse des See-Klima's der Insel Elba gedeihen diese Früchte schon sehr gut, und hier treten auch auf der Südseite in den

heifsen Gebirgsschluchten über Porto Longone bereits die südlicheren Formen des Cactus und der Agaven in grofser Ueppigkeit hervor.

In dem mittleren Italien endlich, wo in dem Gebirge der Abruzzi die Apenninen bis zu 9000 F. Höhe aufsteigen, reichen nach Tenore's, Schouw's und meinen eigenen Erfahrungen, die obersten Grenzen der immergrünen Region reichlich schon bis zu 1800 F. über der Meeresfläche; bis zu 1200 F. wenigstens noch kultivirt man in diesen Ländern den Oelbaum, und selbst an geschützten Stellen, pralligen Felswänden, am Südabhange der Apenninen u. s. w., wohl noch höher; und die Wälder der immergrünen Eiche erreichen in den warmen Gebirgsthälern des Teverone, des Liri (oberen Garigliano) u. s. w., reichlich die Höhe dieser obersten Grenze. — Ganz an dem unteren Rande derselben, bis zu einer Meereshöhe von 500 F. etwa, tritt hier bereits mächtiger die frei und ohne künstlichen Schutz sich entwickelnde Vegetation der Agrumen auf; in voller Ueppigkeit und Freiheit des Wuchses zeigen sie sich bekanntlich dem Reisenden hier zuerst bei Terracina und Molo di Gaeta, und auf der Halbinsel von Sorrento bei Neapel gehen sie schon weiter landeinwärts an den Fufs der Gebirge.

Unmittelbar über dieser dem südlichsten Theile Europa's allein eigenen Vegetationszone, welche sich auch eben so an den Küstenrändern von Spanien und Griechenland wiederfindet, erhebt sich, wenn man die Gebirge betritt, nun ein Waldgürtel, in welchem die Kastanie herrscht und mit ihr die nordeuropäischen Eichenformen mit abfallenden Blättern, Varietäten oder sehr nahe Verwandte unserer *Q. robur* uud *pedunculata*, zu welchen sich noch die ausgezeichnet schöne Form der *Quercus Cerris* gesellt. Diese Region steigt in den Abruzzen bis nahe zu 3000 F. an; in ihren oberen Theilen verschwindet allmälig der Weinbau, doch

gedeihen bis zu ihrer Grenze an geeigneten Stellen (bei Aquila in feuchten Thälern) noch sehr wohl die Nufsbäume.

Ueber die Eichen endlich erhebt sich meist sehr scharf abgeschnitten (bei weitem schärfer als in den Alpen) in etwa 3000 F. Höhe die Buche (*Fagus*); sie gedeiht als ein kräftiger Baum in einem Gürtel von fast 2000 Fufs Höhe bis nahe an 5000 F. (Tenore nimmt etwa 4860 F. an). Diese Region nun ist es eigentlich, welche im mittleren und südlichen Italien unsere mittel- und zum Theil nordeuropäischen Gegenden auf eine erfreuliche Art ins Gedächtnifs ruft. Aus der schwülen Hitze der Küstengegenden und der eingeschlossenen Thäler und Berggehänge hinaufgestiegen, begrüfsen wir hier zuerst wieder eigentlich fröhlich und kräftig wachsende Wälder von vaterländischen Bäumen. Dort herrscht das ganze Jahr hindurch wieder eine gesunde und frische Luft (*aria fina*), die reichen Quellwasser sind erfrischend, und wo der Waldwuchs es gestattet, da treten hier in voller Schönheit mit kräftigem Graswuchs wieder die heimathlichen Wiesenflächen hervor. Tenore schlägt deshalb auch vor, den oberen Theil dieser Zone *regio pratifera* zu nennen *). Hier wachsen wieder sehr viele unserer einheimischen Grasarten aus den Gattungen *Agrostis* und *Festuca*, und mit ihnen viele unserer Wiesenkräuter, wie *Aquilegia*, *Euphrasia*, *Serapias rubra*, *ensifolia*, *Cardamine Parnassia* u. s. w., *Ranunculus*-Arten. Wenn man Getreide baut (was selten geschieht), so gedeiht hier vorzugsweise der Roggen (den man deutsches Korn nennt), und in dem Schatten der Wälder zeigen sich auch noch viele unserer Waldpflanzen, wie z. B. das schöne *Lilium Martagon*, *Dentaria bulbifera*,

*) *M. Tenore Cenno sulla Geografia fisica e botanica del regno di Napoli.* 1827.

Pyrola secunda, *Asarum* und *Atropa Belladonna*, die gegen Süden immer seltener werdenden Heidelbeeren und Erdbeeren. Merkwürdig ist es, dafs zugleich mit der Buche das Nadelholz auftritt, und wenn es gleich in den oberen Theilen ihrer Region herrscht, dennoch nicht höher als sie geht. Von unsern einheimischen Nadelholz-Arten tritt hier allein noch in gröfseren Bäumen unsere Kiefer (*P. sylvestris*) und die Weifstanne (*P. picea L.*, *Abies pectinata auct.*), wiewohl seltener, doch in schönen Exemplaren hervor, besonders gedeiht die letztere ganz prächtig in Stämmen von 130—150 Fufs Höhe, in den Bergen von Kalabrien, am Pollino, der Sila u. s. w., und mit ihnen die dem südlichen Italien eigene *P. Laricis* (Lamark's *P. altissima*), welche die schönsten Masten der Welt liefert. Auch der *Taxus* und *Juniperus Sabina* sind hier zu Hause.

In den oberen 600 Fufs dieser so interessanten Region von 4400 F. an etwa, tritt merkwürdig früh schon die erste Spur von der subalpinischen Region ein. Hier (auf dem Gipfel des Mte. St. Angelo z. B. bei Neapel) erscheinen zuerst *Alchemilla alpina* einige *Saxifragae* (*rotundifolia*, *Aizoon*), *Pedicularis*-Arten (*rosea*, *foliosa*) und selbst schon *Gentiana acaulis* (*Campanulae* u. dgl.).

Die Höhe der Baumgrenze ist also in den Gebirgen Italiens merkwürdig zurückgedrängt, und liegt selbst in den meisten Fällen niedriger wie in den um 5—10 Breitengraden nördlicheren Alpen. Es ist sehr wahrscheinlich, dafs dieser Umstand in der diesen Gebirgen eigenen Nacktheit seinen Grund habe, welcher theils durch ihr steiles Aufsteigen zu Felsenkämmen, theils aber auch durch die mit dem benachbarten Afrika ihnen gemeine verhältnifsmäfsig viel gröfsere Trockenheit dieser Länder (wo es zuweilen, wie in Sicilien, fünf Monate im Jahre keinen Tropfen Regen giebt) bewirkt wird.

Wo die Buche mit etwa 5000 Fufs als Baum zu bestehen aufhört, von da ab dauert sie als ein kriechender Strauch noch um etwa 1000 F. weiter fort. Es gesellen sich zu ihr einige *Juniperus*-Arten (*nana*, *Sabina*, *communis* etc.), und der Charakter der alpinischen Vegetation unter ihnen wird immer ausgezeichneter durch *Soldanella*, *Valerianae*, *Iberis tenoreana*, *Galium saxatile* etc. Wir können sehr füglich, so weit die Buche und noch *Pinus* als Strauch wächst, bis zu 6000 F. etwa die subalpinische Region setzen.

Von 6000 F. etwa bis zum Gipfel der Berge bis zu 9000 F. Höhe, reicht nun die verhältnifsmäfsig hier sehr breite *regio alpina;* sie ist in ihrem unteren Theile ohne bedeutendere Sträucher, die sich den Alpenrosen, *Alnus viridis*, u. s. w. vergleichen können, doch herrscht in ihnen bis zu etwa 7500 F. Höhe in den Abbruzzen die kriechende schönblüthige *Dryas octopelata*, mit ihr *Juniperus nana*, *Rhamnus pusillus*, *Arbutus uva ursi* etc. noch als Reste von Sträuchern. Der allgemeine Alpenrasen aber besteht hier fast ganz aus denselben Pflanzen wie in den Alpen der Schweiz; hier herrschen die Gentianen, Saxifragen, *Draba*, *Aretia*, *Silene* etc. fast ganz nur mit denselben Arten, wie dort; hier blüht häufig *Linaria alpina*, *Silene acaulis* etc., und um das Ansehen einer immer mehr nordischen Natur zu vollenden, stellt sich endlich nach Tenore's merkwürdiger Entdeckung auf dem Gipfel des Monte Amaro noch in 8100 F. Meereshöhe das gewöhnlich sogenannte isländische Moos ein.

Dafs sich die einzelnen Bestimmungen für die Höhe, welche die hauptsächlichsten Pflanzenformen an den Bergen einnehmen, so wie manche besondere Eigenheiten der Floren bestimmter Gegenden von Italien merklich ändern, je mehr wir aus dem Centrum der Halbinsel

insbesondere gegen Süden hin fortschreiten, bedarf keiner Erläuterung; überall indefs bleibt doch im Allgemeinen der Charakter der Vegetationsdecke derselbe, und nur erst mit der äufsersten Südspitze des Landes (mit den Abhängen des Aspromonte am Küstensaume) geht eine merkliche Veränderung vor, die sich ganz besonders in dem gegenüberliegenden Sicilien entwickelt, und worüber wir noch einige Worte hinzufügen wollen.

In Sicilien ist die Wahrnehmung, dafs der Charakter der Vegetation sich noch in gewisse Regionen vertheilen läfst, schon uralt und wahrscheinlich am frühesten wohl scharf ausgesprochen worden, denn schon so lange als vom Aetna gesprochen wird (gegen 2000 Jahre), ist von einer Eintheilung dieses Berges bei den Bewohnern in drei Regionen die Rede, welche noch heute dort *regione piemontese*, *boscosa* und *scoverta* genannt werden, und dieser Begriff ist gewifs an einem so anschaulichen Bilde, wie es dieser merkwürdige Berg darbietet, völlig aus der Natur abgeleitet. Um indefs eine Vergleichung desselben mit andern Gebirgen der Erde möglich zu machen, müssen wir bei der gegenwärtigen Betrachtung den Charakter der Vegetation nach genauerer Unterscheidung der hier vorkommenden Pflanzenformen auffassen.

An dem Fufse des Aetna und in den ihm gleichgestellten Küstengegenden und niedrig gelegenen Ebenen der Insel entfaltet sich die oben erwähnte *regio sempervirens* in einem ungleich höheren Grade von Ueppigkeit und Reichthum wie in irgend einem Theile des übrigen Italiens. Vor Allem als das Auffallendste erreicht hier der Anbau der Südfrüchte einen Grad der Vollendung, welcher uns in seine ursprüngliche Heimath versetzt; hier giebt es zuerst wahre Orangenhaine, und die übersüfsen Früchte reifen in einem Jahre in der Zahl bis zu 4- ja 6000 Stück an einem einzigen Baume. Mit den Südfrüchten zugleich zeigt sich zuerst hier recht freu-

freudig wachsend der seines schönen dunklen Laubes wegen so schätzbare schattengebende Johannis-Brodbaum, dessen nördlichste Spuren wir bis in die Umgebungen von Neapel, doch nur in unbedeutenden Exemplaren verfolgen. Zu den wildwachsenden immergrünen Gewächsen gesellt sich hier noch der prächtige Oleander (*Nerium*), welcher, bis 10 bis 12 F. hohe kräftige Sträucher bildend, oft die breiten Schuttflächen der dort den gröfsesten Theil des Jahres hindurch trockenen Flufsthäler ganz einnimmt, und dessen rosenfarbige Blüthenbüschel eine überaus prächtige Wirkung hervorbringen. (Er erscheint zuerst in Kalabrien.) Nächst ihm ist hier das Vorkommen einer grofsen strauchartigen, fast baumartigen *Euphorbia* merkwürdig (*E. dendroides*), welche bis 10 Zoll dicke Stämme bildet, und noch fast bis 1000 F. über dem Meere vorkommt; schon bei Neapel fangen kleine Exemplare davon an. Hier sieht man auch in Gärten noch den *Ricinus communis* als einen hochstämmigen Baum. — Mit dem Oleander zugleich treten in unteren Regionen des Landes noch einige Pflanzenformen hervor, welche schon an die Tropenzone erinnern, oder wenigstens den Vegetations-Charakter des nahen Afrika tragen. Zu den kultivirten Gewächsen, welche man hin und wieder sieht, gehört der Pisang, welcher zu Catania sehr oft reife Früchte trägt, einige *Ficus*-Arten (*ferruginea, elastica?* einige *Cassiae*, die *Caesalpinia brasiliensis* etc.). — Auch nicht einheimisch, aber in solcher Menge verbreitet, dafs sie wie wilde Gewächse angesehen werden können, wuchern hier zwei nahe verwandte *Cactus*-Arten, *C. maximus Gussone*, *C. amyclaeus Tenore*, welcher seiner grofsen Stacheln wegen zu Hecken verwendet wird, und 15 F. Höhe erreicht, und *C. Opuntia G.*, welcher Tausende von schmackhaften Früchten trägt, und am Fufse des Aetna in stundenlangen Wäldern gefunden wird, da er besonders schön auf dem rohen Lavaboden gedeiht, und

die harten scharfzackigen Schollen desselben durch seine Saftmasse urbar macht. Beide Formen kommen zwar schon bei Neapel an den Felsen vom Kap Misen und auf Ischia bei Lacco vor, doch noch immer sehr klein und unbedeutend, mit schlechten Früchten. *C. Opuntia* kommt zuerst nördlich unter besonders günstigen Umständen auf dem Schlofsberge zu Sion in Wallis vor, wo ihm die Reisenden nicht vorüber zu gehen pflegen. Eben dahin gehört auch die *Agave americana* (genannt Pita), welche hier zuerst sich in ihrer ganzen Fülle entfaltet, und zu Einfassungen der Felder gebraucht, meist alle zwei bis drei Jahre ihre 24 bis 28 F. hohen Blüthenstiele mit den kandelaber -ähnlich gestellten Blüthenbüscheln am oberen Ende trägt, während sie in nördlichen Gegenden vielleicht kaum häufiger als alle 50 Jahre einmal zur Blüthe kommt. Seltener, aber charakteristisch, ist auch noch das Gedeihen des Zuckerrohres, welches zwar in Sicilien nicht zur Blüthe kommt, aber dort und in Kalabrien durch die Saracenen eingeführt, einst der Gegenstand eines bedeutenden Industrie-Zweiges gewesen ist. Unter den wildwachsenden Pflanzen, welche diesen Gegenden besonders angehören, zeigt sich sehr auffallend die nördlichste aller Palmenformen in der Fächerpalme *(Chamaerops humilis)*, welche vorzüglich in den Ebenen und den Getreidefeldern an der Südseite der Insel wuchert, während sie nordwärts in vereinzelten Spuren nur hin und wieder an den Felsen von Capri, am Kap Circello und auf Palmajola bei Elba bekannt ist. (Man macht aus ihr die Besen in ganz Süd-Italien.) Eine sehr südliche wildwachsende Form ist die Papyrus-Staude, *Cyperus Papyrus* (bei Syracus) *), und die an warmen Fels-

*) Der Papyrus ist höchst wahrscheinlich von den Alten aus Aegypten eingeführt worden, jetzt aber ist er dort ausgerottet, auch findet er sich nach Ehrenberg nicht in Syrien und Arabien,

wänden (bei Cefalia) kräftig emporsprieſsende afrikanische Aloe *(A. vulgaris)*, mit ihr ein schönes Farrnkraut, *Pteris longifolia*, eine Form, welche auf Jamaica und in Neu-Spanien zu Hause ist, und in Ischia bei den warmen Fumarolen (mit *Cyperus polystachyus* zusammen) vorkommt; ferner mit dem afrikanischen *Asparagus horridus*, *Salsola fruticosa*, *Lavatera flava*, *Smilax mauritanica* u. s. w.

Alle diese Pflanzen (wozu auch wohl noch *Acanthus mollis* zu rechnen) bilden vereint eine Vegetation, welche die Küstenränder Siciliens und die Basis des Aetna vor allen Gegenden Europa's auszeichnet, und wohl nur noch im Königreiche Granada, Valencia, Andalusien, in Algarbien ihres Gleichen hat. Die ihr angehörige Region schlägt Schouw *) äufserst zweckmäfsig vor, die subtropische, *regio subtropica*, zu nennen. Sie geht mit vollkommener Erhaltung aller ihrer Glieder vom Meeresspiegel bis etwa zu 600 F. Höhe. Einige derselben entfernen sich indefs auch noch weit über diese Grenzen hinaus, denn so sieht man z. B. in den Aetna-Dörfern die letzte Dattelpalme zu Tre Castagne in 1680 Fufs Meereshöhe, die Orangen werden theilweise (Zaffarana) noch in 1800 F. Höhe gebaut; am höchsten von allen geht *Cactus Opuntia* (wahrscheinlich weil er ursprünglich eine Bergpflanze ist), denn er gedeiht noch zu Nicolosi, 2184 Fufs, mit ausgebildeten Früchten, und auch noch in dem winterlich gelegenen Bronte, 2549 F., an der Nordseite des Berges, ja er erreicht hier die Grenze der höchsten Winterwohnungen am Aetna, welche hier lokaler Ver-

---

Bruce will ihn in Nubien gesehen haben, und man kennt ihn ferner auch wildwachsend am Congo. (Robert Brown in *Tuckey's Narrative.*)

*) Pflanzengeogr. p. 477.

hältnisse wegen (der landesüblichen nationalen Einrichtungen der Häuser wegen) kaum höher als zu 3000 F. aufsteigen.

Ueber die *regio subtropica* nun erhebt sich der übrige Theil der *regio sempervirens*, am Aetna bis zu reichlich 3000 F., mit demselben Charakter, wie wir ihn bis hieher geschildert haben; ja es steigen selbst noch vereinzelt immergrüne Eichen in den Wäldern bis zu 500 Fufs mehr auf. — Ueber der immergrünen Region folgen nun die vorherrschend aus Kastanien und aus laubwechselnden Eichen gebildeten Wälder, welche sich rein bis zu 4000 Fufs Höhe erhalten. Die Kastanienbäume erlangen am Aetna einen sehr hohen Grad der Entwickelung; berühmt vor allen ist hier der *Castagno di cento cavalli*, nach meinen Messungen in 2146 Fufs über dem Meere, welcher nach Schouw an seiner Wurzel 180 F. Umfang (also circa 60 F. Durchmesser hat.) Dieser Baum ist indefs jetzt in einem Zustande, in welchem man nicht füglich beurtheilen kann, ob alle seine Theile wirklich ursprünglich einem Individuum angehört haben. Dagegen giebt es in seiner Nähe einige wahrhaft ungeheure Kastanienbäume, welche wirklich Individuen sind, wie *Cast. di St. Agata* 70 F. an der Wurzel (24 F. Durchmesser), *Cast. della nave* 64 F. an der Wurzel, 57 F. in einer Höhe von 4 F. über dem Boden, *Cast. della navella* 57 F. am Boden. Von dort bis zu 5600 Fufs höchstens erscheint die Buche, und mit ihr ganz gleichwerthig das Nadelholz, eine Kiefer, welche unserm *Pinus silvestris* sehr ähnlich, *Pinus Laricio*, die frischesten dichtesten Wälder bildend, denen jedoch hier (des Wassermangels wegen) der Wiesenteppich fehlt; *Pteris aquilina* geht bis 6000 F. — Endlich mit 5600 F. schon, nicht weit über der Grotta di capra hat man, dem Charakter Italiens gemäfs, die äufser-

*) Vgl. Schouw Pflanzengeogr. p. 390.

ste Baumgrenze erreicht, und sie hört selbst an vielen Stellen des Berges schon viel früher auf. Man tritt nun in die Zone der Sträucher. Hier aber ist kaum eine den Gebirgsfloren eigenthümliche Art, welche vorkommt, und die vorwaltenden Sträucher sind hier einzig und allein die freilich einen etwas nordischen Charakter tragenden Berberitzen *(Berberis vulg.)* und der gemeine Wachholder. Vergebens sucht man in dieser ächt subalpinischen Region hier nach Alpenpflanzen, nur kaum nennenswerthe Spuren stellen sich ein in der *Saponaria depressa* und in dem charakteristischen Vorkommen eines eigenthümlichen stachligen *Astragalus*, welcher stachlige Haufen isolirt in den schwarzen Aschenfeldern bildet. Es ist *A. siculus*, sehr dem *Tragacantha* ähnlich, welcher in diesen oberen Gegenden besonders zu Hause ist, wenngleich er stellenweise selbst bis zu 3000 F. Höhe herabsteigt. Diese Region reicht bis 7400 F., und über ihr bis zu 9000 F. dauert dann noch die Vegetation fort; doch vermifst man hier die Alpenpflanzen, und mit Ausnahme vielleicht von *Anthemis montana* und *Cerastium tomentosum* gedeihen hier nur die wenigen Arten, welchen die Biegsamkeit ihrer Organisation es gestattet, vom Ufer des Meeres an unter allen auf ihr Leben influirenden Bedingungen (Abänderungen der Wärme, des Luftdruckes, der Feuchtigkeit, Licht-Intensität u. s. w.) ihren Entwickelungs-Cyklus zu vollenden; so namentlich *Tanacetum vulgare*, *Senecio chrysanthemifolius*, *Rumex scutatus* u. s. w. Diefs Verhältnifs kommt muthmafslich daher, dafs der ganz mit vulkanischer Asche bedeckte Boden dem Gedeihen der Alpenpflanzen hinderlich ist. Doch auch die Isolirung des Berges wirkt gewifs hierauf ein, welcher von nirgendher seine Alpenflora durch Mittheilung empfangen konnte; denn die nächst hohen Berge Siciliens und Kalabriens steigen nur höchstens bis zu 6000 F. auf (le Madonie 6200 F. und Aspro-

monte 6000 F. nach Schouw), und reichen daher in dieser Breite nur noch so eben in die subalpine Region hinein (wie bei uns der Brocken mit 3400 F.). — Interessant ist es daher wohl, dafs unter ähnlichen Umständen der Pic von Teneriffa gleiche Verhältnisse zeigt.

Ueber die Vegetation der kanarischen Inseln, welche noch aufserhalb der Tropenzone, aber in ihrer Nähe liegen, besitzen wir eine sehr ausgezeichnete Arbeit von L. v. Buch, und da sich hier nächst der allgemein grofsen Aehnlichkeit mit dem Insel-Vulkan von Sicilien, den der Pic von Teneriffa sogar um 1000 Fufs an Höhe übertrifft, noch so manche bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten darbieten, so scheint es passend, dieselben etwas specieller zu betrachten.

Vor allen Dingen verdient es hier wohl ganz besonders hervorgehoben zu werden, dafs die Flora dieser Inseln an zu ihr gehörigen Arten überaus arm ist; denn ohnerachtet sich hier wegen der Höhe der Berge und der Fruchtbarkeit des Bodens eine grofse Zahl von verschiedenartigen Bedingungen für das Gedeihen verschiedener Pflanzenformen vorfinden, so gelang es doch dem aufmerksamen Beobachter, Christian Smith, auf allen Inseln und in allen Regionen zusammen nicht mehr als 535 Arten phanerogamischer Pflanzen zu finden. Von diesen aber waren aller Wahrscheinlichkeit nach mit den kultivirbaren Gewächsen anderer Länder absichtlich und zufällig etwa 158 Arten eingeführt worden, und daher nur 377 Arten ursprünglich als eingeboren zu betrachten. Dieſs aber ist ganz ungemein wenig, denn es haben doch z. B. die einförmigen Umgebungen Berlin's immer noch nahe an 900 Arten phanerogamischer Gewächse aufzuweisen, und die gewifs ungleich weniger gut durchsuchte Umgegend von Algier enthält nach Desfontaines *Flora atlantica*, mit welcher man am passendsten die Flora der kanarischen Inseln vergleichen könnte, 1416 phanerogamische Arten; ja die

Flora des Königreichs Neapel enthält deren, so weit sie bis jetzt bekannt ist, schon über 2000. Es macht L. v. Buch darauf aufmerksam, dafs diese Armuth an Arten, verbunden mit einer verhältnifsmäfsig grofsen Ueppigkeit des Wachsthumes, ein mehr oder minder eigenthümlicher Charakter aller Inselfloren sei, und zwar scheint es, als hätten die Inseln ihre Pflanzen-Bekleidung stets nur durch Mittheilung (oder durch Wanderung) von den benachbarten Kontinenten erhalten, denn die Formen, welche vorkommen, stimmen nicht nur auf beiden überein, sondern es werden der Arten auch immer weniger, je weiter die Inseln von dem Festlande entfernt liegen; so haben z. B. die Azoren schon auffallend weniger Pflanzenarten, wie die kanarischen Inseln; auf der vereinzelt im Südmeere in 37° Br. liegenden Insel Tristan d'Acunha, welche einen hohen Berg besitzt, fand Du Petit Thouars nur 25 Arten, auf St. Helena kennt man nur 30. Allen Naturforschern ist die Armuth an Pflanzenarten auffallend gewesen, die sich auf den im grofsen Oceane vereinzelt liegenden Inseln finden (Forster fand auf der Oster-Insel nur 20 Arten). Es gehören auch diese auf Inseln vorkommenden solchen Familien insbesondere an, welche durch die Beschaffenheit ihrer Saamen eine Verbreitung auf grofse Strecken leichter denkbar machen; L. v. Buch hebt daher die Häufigkeit der *Compositae* hervor, welche einen (durch einen *pappus*) geflügelten Saamen besitzen, und in den kanarischen Inseln reichlich ein Siebentel der Vegetation, in dem benachbarten Nord-Afrika aber ein Neunundzwanzigstel ausmachen, eben so auf die Seltenheit der in südlichen Gegenden so häufigen Leguminosen, die auf den kanarischen Inseln $\frac{1}{30}$, in Nord-Afrika aber $\frac{1}{9}$ von der gesammten Vegetation bilden.

In Beziehung auf die Vegetations-Stufenfolge ist in dem unteren Theile dieser Inseln die grofse südliche *regio sempervirens* in sehr hohem und eigenthümlicherem

Grade entwickelt, als in Sicilien, denn sie steigt hier vom Meeresstrande mit charakteristischen Gestalten bis zu der unerwarteten Höhe von 4100 F. auf. Nach den Haupt-Charakteren ihres äufseren Ansehens, welche durch die Vertheilung der Pflanzenformen bedingt werden, läfst sich indefs dieser breite Gürtel sehr füglich in drei grofse Unterabtheilungen bringen, nämlich:

I. Regio sempervirens 0 bis 4100 F.

a. Die Region der Afrikanischen Formen *(regio subtropica* oder *africana)* von 0 bis 1200 Fufs Höhe. — Sie ist im Grofsen charakterisirt durch das Vorkommen des Pisang, welcher hier, überall reife Früchte tragend, an Bächen und Quellen gefunden wird, und mit den Negersklaven von der Küste von Guinea im 15ten bis 16ten Jahrhundert hieher kam; durch die Dattelpalme, welche hier und insbesondere auf der warmen Insel Palma alljährlich schöne efsbare Früchte trägt.

Unter den fremdartigen, rein afrikanischen Formen, welche in dieser Zone besonders auffallen, sind die baumartigen und fleischigen *Euphorbiae* und *Cacalia Kleinia* zu nennen, welche die Cactus des neuen Welttheiles in Erinnerung rufen; von den ersteren sind zwei Arten ausgezeichnet, *E. canariensis* und *balsamifera*, welche die abenteuerlichsten Gestalten besitzen. Nach L. v. Buch *) finden sich diese beiden immer zusammenwachsenden Euphorbien in bedeutender Entwickelung, als Bäume von 15 F. Höhe, wie Feigenbäume grofs, hauptsächlich nur auf Lanzerote und auf Kanaria. Er sagt:

„Beide Euphorbien sind ausgezeichnet durch den Reichthum an Milch, den sie enthalten, welche bei nur schwacher Verwundung wie ein Strahl hervorbricht und

*) Kanarische Inseln p. 115.

lange fortläuft, vorzüglich aber in der Tabayba (*E. balsamifera*), deren Rinde durch die Milch aufgeschwellt, ganz weifs und glänzend erscheint. Die Milch des Cardon (*Euph. canariensis*) ist brennend ätzend und scharf, so wie es Plinius beschreibt, und würde wohl von Niemand ohne üble Folgen verschluckt werden. Die Milch der *E. balsamifera* dagegen ist eine sonderbare Anomalie in dieser Familie; so unschädlich süfs, dafs man sie nicht fürchtet und die Einwohner sie gewöhnlich zu Gallerte verdicken, um sie dann gelegentlich als eine Paste zu genieſsen. Eben deswegen wird sie *Tabayba dulce* genannt. Das durch die Saftkanäle schwammige Holz wird in der Weingegend zu Pfropfen auf Bouteillen gebraucht, wozu man das Holz einer anderen Euphorbienart ohne Nachtheil nicht anwenden könnte. — Der ganze Baum ist sehr merkwürdig, von den Botanikern wenig gekannt und fast gar nicht beschrieben. Der Stamm erhebt sich zuerst, wenn auch sehr gekrümmt, ohne Aeste; dann aber vertheilen sich eine grofse Menge Zweige umher, die sich wieder in unzählbare kleinere zerspalten. Nirgends sind Blätter zu sehen, aufser am äufsersten Ende der Zweige, wo sie umherstehen. Sie sind kurz, lanzettförmig und schmal, grau und an der Spitze mit einem kleinen Stachel besetzt. Die Blätter, welche unmittelbar die Blume tragen, sind etwas breiter, eiförmig, blasser, etwas fleischig, und fallen nach der Blüthe ab; es sitzt nur eine einzige gelbe Blume mit runden Petalen darin, die eine grofse Frucht hervorbringt, wenn man sie mit anderen Euphorbien-Früchten dieser Insel vergleicht. Die Oberfläche der Frucht ist mit kurzen Haaren bedeckt."

„Noch mehr gehört der Cardon zu den abenteuerlichsten Formen der Natur. Seine dunkelgrünen Zweige erheben sich völlig blattlos, alle zugleich, aus einer gemeinschaftlichen Wurzel, biegen sich im Halbzirkel über den Boden hin, und steigen dann in verschiedener Ent-

fernung vom Anfang senkrecht herauf, so dafs sie, sagt Viera sehr richtig, dem Baume das Ansehen eines ungeheuren Kronleuchters mit einer grofsen Menge aufgesteckter und angezündeter Lichter geben. Die einzelnen Aeste haben wohl einen halben Fufs im Umfange, und sind Prismen von vier oder gewöhnlicher von fünf Seiten. Ihre Kanten sind der ganzen Länge nach mit zwei kurzen Stacheln besetzt. Am Ende dieser dicken, eckigen fleischigen Aeste brechen die scharlachrothen Blüthen hervor, die in der Ferne einer glühenden Kohle ähnlich sind. Höher hinauf zertheilen sich ältere Aeste, und bilden wieder abgesondert kleinere Kronleuchter auf dem gröfseren. Oder der Baum steht an dem Abhange eines Felsens, an welchem die Aeste in den wunderbarsten Kurven herabfallen und sich senkrecht wieder erheben. Oder er wächst auf einer ebenen Fläche, und die Aeste, von Alter und Schwere ganz zu Boden gedrückt, erheben sich erst in einer grofsen Entfernung vom Mittelpunkte wieder, wodurch der sonderbare Anblick eines kleinen Waldes von lebendigen fünfseitigen Prismen entsteht. Es ist hier nichts, was uns eine sonst gewöhnliche Form eines Busches oder eines Baumes zurückrufen könnte, selbst die Blumen auf der Spitze nicht, denn auch noch in der Nähe möchte man sie für Knöpfe halten, mit welchen diese abenteuerlichen Aeste besetzt sind."

Eine der auffallendsten Erscheinungen der Pflanzenwelt in dieser Region ist noch der Drachenblut-Baum, ***Dracaena Draco***, welcher diesen Inseln ursprünglich eigen zu seyn scheint, und von welchem die nächsten Verwandten aus Ost-Indien abstammen. Berühmt ist ein ungemein grofses Exemplar dieses Baumes, welches sich zu Villa d'Orotava, im Garten des Mr. Franqui, befindet. Alex. v. Humboldt *), der ihn hat abbilden lassen, fand ihn 50 — 60 F. hoch, und sei-

*) *Rélat. hist. I.* 250. *Monum. II.* 342.

nen Umfang an den Wurzeln zu 45 F. (10 F. üb. dem Boden hatte er, nach Staunton, noch 12 engl. Fufs im Durchmesser); er erklärt ihn für eines der ältesten Monumente der Pflanzenwelt, da ihn die Spanier schon bei ihrer Ankunft auf den Inseln, in der Mitte des 15ten Jahrhunderts seiner Gröfse wegen anstaunten, und die Erfahrung lehrt, dafs diese Pflanzen sehr langsam wachsen.

In dieser Region hat man in früheren Zeiten das Zuckerrohr gebaut, und baut es zum Theil noch; man fand indefs bald, dafs diese Art von Kultur auf den Antillen, und namentlich auf San Domingo sehr viel vortheilhafter betrieben werde, und die kanarischen Zuckerernten konnten bald nicht mehr mit den amerikanischen konkurriren.

b. Die Region der europäischen Kultur *(regio mediterranea)* von 1200 bis 2600 F. Sie umfafst die einträglichsten Weingärten, Mais- und Kornfelder, auch Oelbau, und ruft durch den Charakter ihrer Vegetation die südeuropäische Flora ins Gedächtnifs. Es verdient unstreitig besonders hervorgehoben zu werden, dafs hier der südlichste bekannte Weinbau innerhalb der nördlichen Hemisphäre stattfindet, und zwar, nach L. v. Buch, auf der Insel Ferro in 27° 48′ nördlicher Breite. Weiterhin südlicher, näher gegen den Aequator, geht die Rebe zwar noch fort, doch giebt sie, wie z. B. zu Kairo, nur sehr wenig Früchte, und wird mehr des schattigen Laubes wegen gepflanzt. Sie kommt bekanntlich jenseits des Aequators in einiger Entfernung von den Wendekreisen wieder, und gedeiht so z. B. am Kap der guten Hoffnung unter etwa 30° Br. ungemein schön. Unter den Pflanzen dieser Region giebt es besonders viele, welche mit dem Getreide aus Südeuropa, Spanien und Portugal eingeführt worden, und man findet unter ihnen daher zugleich mehrere unserer nordeuropäischen Pflanzen, die als Unkraut in dem Getreide wachsen, so wie namentlich *Chenopodium viride*, *Ana-*

gallis coerulea, Veron. Beccabunga, Hordeum marinum, Convolvulus arvensis, Calendula arv., Stachys arvensis, Sherardia etc., Reseda, Luteola etc. etc. Hier gedeiht auch im Schatten schöner eingeführter Kastanienwälder unsere Erdbeere.

c. Region der immergrünen Wälder, der dichtbelaubten (*regio sempervirens* vorzugsweise), geht von 2600 bis 4100 F. Sie ist ausgezeichnet dadurch, dafs in ihr sich gewöhnlich die Wolken halten; durch feuchte Seewinde von Osten, denen der Einflufs des trockenen Afrika nicht mehr anhängt, hiehergeführt, schlagen die Wasserdünste sich in 3- bis 4000 Fufs Höhe nieder, und umlagern den Pic meist in einer horizontalen Schicht in diesem Gürtel; hier wird daher der Boden das ganze Jahr hindurch reichlich mit Feuchtigkeit getränkt, und dem entsprechen dann die Erzeugnisse einer überaus üppig wuchernden kräftigen Pflanzen-Natur. Diese Region ist ganz besonders charakterisirt durch das Auftreten der Lorbeerwälder, welche hier vorherrschen; unter ihnen sind vorzugsweise ausgezeichnet *Laurus indica*, ein prächtiger Baum, dessen Holz an Vortrefflichkeit dem Acajou gleichkommt, und der saftreiche *Laurus foetens* oder der Til-Baum, dessen ausspritzender Saft, wenn man ihn anschlägt, einen so heftigen Geruch verbreitet, dafs man oft entfliehen und drei bis vier Mal wiederkehren mufs, um einen Baum dieser Art umzuhauen. Auch *Laurus nobilis* bildet hier Wälder, und L. v. Buch *) sah die letzten verkümmerten Exemplare desselben auf Madeira in 4200 Fufs Höhe. Mit den Lorbeeren wächst hier prächtig eine sehr schöne Art Oelbaum, *Olea excelsa*, und die hohe *Myrica Taja*. In den oberen Theilen dieser Lorbeerwälder ist auch die *Erica arborea* zu Hause (mit *E. scoparia*); man kennt hier einen, dem italienischen ähn-

*) *Ann. de sc. nat. IV.* 19.

lichen *Arbutus* (*A. callicarpa*), und auf Madeira wächst in etwa 4000 F. Erhebung über das Meer ein schön blühendes *Vaccinium* (*V. Arctostaphylos*) zu 16 bis 20 F. Höhe. Hiemit schliefst sich die Region dieser südlichen Formen.

Ueber diese Hauptregion aller Inseln erheben sich nun noch zwei andere, in welchen auf einmal ein grofser Abstand in dem Reichthum der Vegetation stattfindet; denn hier herrscht fast das ganze Jahr hindurch über der stationären Wolkenschicht eine dem Wachsthum schädliche Trockenheit. Es gehören daher diesen beiden wohl durchsuchten Regionen von den gesammten 535 Arten der Insel nur noch 24 an, welche ziemlich gleichartig in beiden vertheilt sind. Sie sind:

1) Die Region der Kiefern (*regio pinearum* oder *pinetorum*) von 4100 bis 5900 F. Hier herrscht eine eigenthümliche Kiefer (*Pinus canariensis*), welche der südeuropäischen Pinie sehr ähnlich sieht. Sie war vormals auf den Inseln viel häufiger, und ist jetzt nur noch auf wenige Wälder beschränkt. In ihrem Schutze wächst, wie am Aetna, häufig unser gemeinstes Farrnkraut, *Pteris aquilina*, sonst nichts Charakteristisches. Mit der Kiefer enden die hochstämmigen Bäume, dem Charakter der Trockenheit in der Höhe gemäfs, wie am Aetna so auffallend zu früh für die südl. Breite.

2) Region der *Retama blanca* (*Regio Spartii*) von 5900 bis 10300 F. Man begreift mit dem Namen Retama ein nur hier den höheren Berggegenden eigenes weifsblühendes *Spartium* (*Sp. nubigenum*), welches als eine verwandte Form etwa den *Astragalus* am Aetna ersetzen mag. Alle Reisenden, welche Teneriffa besuchten, können die Pracht dieser Pflanze nicht genug schildern, während sie sich in Blüthe befindet. Sie bedeckt u. a. die weit ausgedehnte Ebene des Circus in 6- bis 7000 F. Höhe, weite Bimssteinfelder

und die Oberfläche von Obsidianströmen, aus deren Mitte sich der letzte Gipfel des Pic erhebt. Im Monat Mai blühend, erfüllt sie die ganzen höheren Berggegenden mit ihrem Wohlgeruch, und man gewinnt von ihr einen ausgezeichneten Honig, den schönsten aller bekannten. Von Sträuchern zeigt sich in dieser Region hin und wieder noch der auf Aschen- und Bimsstein-Feldern gedeihende *Juniperus Oxycedrus* (*Rhamnus coriaceus*) ebenfalls, und als einzige Spur einer Alpenpflanze, dem Charakter des Aetna gemäfs, allein noch die *Arabis alpina*, welche auf den Charakter einer eigenthümlichen Alpenpflanze verzichtet.

Die letzten 1200 F. des Pico endlich sind völlig nackt und von aller Vegetation entblöfst.

Wir sind so von den Alpen in einer mittleren Zone gegen Süden bis zur fast vollständigen Verbindung jener Länder mit der Tropen-Zone fortgeschritten; es scheint nicht unwichtig, nun zu den Alpen zurückkehrend, auch gegen Norden vorzuschreiten, um zu sehen, welchen Veränderungen hier der Vegetations-Charakter bis zum gänzlichen Aufhören alles Pflanzenlebens noch ausgesetzt ist. — Die Alpen bilden in dem Ansehen der Vegetationsdecke des inneren Europa eine sehr auffallende und wichtige Grenzscheide; denn nordwärts derselben hört auf einmal Alles das auf, was wir in Süd-Europa in dieser Beziehung Eigenthümliches bemerkt haben, und es beginnt der Charakter, wie wir ihn noch 5—6 Breitengrade weiter nördlich in den Umgebungen unseres Wohnortes zu sehen gewohnt sind. Nur verhältnifsmäfsig ungemein wenig Aenderungen, und namentlich ganz besonders wenig in die Augen fallende, gehen in Beziehung auf die Vegetations-Verhältnisse in dem breiten Gürtel von Festland vor, welcher von der Basis der Alpen bis

zu den Küsten der Nord- und Ost-See sich ausdehnt; denn da der südliche Theil dieser Zone den nördlichen bedeutend an Erhebung über das Meer übertrifft, da im Grofsen und Ganzen eine allmälige sanfte Abdachung von Süden nach Norden stattfindet, so sind die Südränder dieses Landes etwas rauher, als sie der geogr. Breite nach seyn müfsten, und die Nordränder sind ihrer gleichförmig tiefen Lage wegen, ganz auffallend milde (da sie nicht nur sehr tief liegen, sondern auch abkühlende Gebirge fehlen etc.). Nichtsdestoweniger sind doch schon einige hervorzuhebende Unterschiede zwischen den Vegetations-Verhältnissen von Süd- und Norddeutschland vorhanden, welche auch dem nur flüchtig Ueberschauenden in die Augen fallen, und einen sehr ausgezeichneten Maafsstab giebt uns insbesondere dafür die Vertheilung der kultivirten Gewächse.

Von den unserem Klima fremden Bäumen, welche ihres Nutzens wegen gepflanzt werden, verliert sich von den Alpen nordwärts zuerst die Kastanie. Sie kommt auf der schweizerischen Seite des Gebirges, zwar nur in wohlgeschützten Lagen, dort aber noch recht wohl fort; so sehen wir sie noch in den Umgebungen des Zuger-Sees, an den Abhängen des Rigi- und Rofsberges in 46—47° Br.; sie zeigt sich indefs bald weiter nördlich wieder in der wohl geschützten Ebene des Rheinthales, und der letzte Punkt in demselben, wo sie noch jährlich reife Früchte trägt, ist der Abfall des Taunus gegen das Mainthal, bei Frankfurt, über Wiesbaden, Königstein und Kronstadt, wo der Südabhang des Gebirges zu Hülfe kommt. Sie erreicht hier völlig den 50sten Breitengrad. Doch auch noch ostwärts in Oesterreich zeigt sich ein regelmäfsiges Vorkommen des Kastanienbaumes, nordwärts der Alpen auf dem linken Ufer der Donau noch weit nach Mähren hinein bis in die Gegend von Iglau unter dem 49sten Breitengrade.

Noch innerhalb der Zone des Kastanienbaumes aber zeigen sich hin und wieder unter günstigeren Verhältnissen selbst noch südlichere Fruchtbäume, und so namentlich im Rheinthale zwischen 48—49° Br. blühen und tragen jährlich die Mandelbäume, wenngleich schlechte, Früchte; die Pfirsiche können in freien Obstgärten gezogen werden, und selbst die Feigen gedeihen unter freiem Himmel in geschützten Lagen, etwa so wie am südlichen Abhange der Alpen die Orangenbäume.

Mit der Kastanie parallel geht im Grofsen und Ganzen die Kultur des Mais (*Zea Mays*), welche indefs kaum noch ganz so weit nordwärts gefunden wird; der Mais folgt im Norden unter den angebauten Gramineen unmittelbar auf den Reis, welcher die Alpen nicht überschreitet, und zuletzt in der lombardischen Ebene zwischen Mailand und Pavia (45° Br.) gefunden wird. Sein Anbau findet in besonders hohem Grade noch in Ungarn bis an den Südabfall der Karpaten statt, wo die sehr heifsen Sommer ihn alljährlich zur schönsten Reife bringen, er ist ferner noch sehr ausgedehnt durch das eigentliche Oesterreich, und auf der Strafse von Prag nach Wien zeigt sich, so wie man bei Znaim über die Taja tritt, in dieser Beziehung (mit 49° Br.) ein auffallender Abschnitt. Auch im oberen Rheinthale findet man Maisfelder bis zur Breite von Strafsburg *) 48° 34′ (im Grofsherzogthum Baden). Weiter nördlich aber jenseits 50° Br., gedeiht der Mais nur in Gärten noch, und die Kastanie wird im Innern von Deutschland wohl noch hin und wieder bis zu 53° Br. gepflanzt, doch sie trägt nur unter besonderen Umständen reife Früchte.

Ueber den Kastanienbaum geht entschieden noch hinaus die einträgliche Kultur des Weinstockes. Im Rheinthale gedeiht der Weinbau noch lohnend, und mit edlen Erzeugnissen etwa bis zum Zusammenflusse der

*) Young's Karte der Mais- und Weingrenze in Frankreich.

der Mosel und des Rheines bei Koblenz in 50° 20′ n. Br., Köln 50° 55′, und die letzten Weingärten hören in der Thalebene zwischen Bonn und Köln 50° 55′ auf. Eben so nördlich auch ist die Lage der ungleich weniger ergiebigen letzten Weinkultur im Innern von Deutschland, bei Naumburg, bei Meifsen (51° 2′), in Böhmen, wo letzter guter Wein am Südabfalle des Erzgebirges an einer dem Rheingau ähnlichen Biegung des Elbthales, an den Grenzen von Schlesien und der Mark Brandenburg (Grüneberg, Crossen) u. s. w. Einer oft wiederholten Sage zufolge, soll sogar in früheren Jahrhunderten in Ost- und Westpreufsen bei Preufs. Holland, Riesenburg, Thorn u. s. w., Weinbau betrieben worden seyn, und ein so gutes Produkt geliefert haben, dafs man den dort erzeugten Wein nach Deutschland habe versenden können. Man hat sich mehrfach in unserem Vaterlande der Anführung dieser Thatsache bedient, um daraus zu beweisen, dafs das Klima in unseren Breiten während der letzten Jahrhunderte eine merkliche Verschlechterung müsse erlitten haben. Es ist indefs ganz neuerdings durch die umsichtige Untersuchung von Bujac *) erwiesen worden, dafs diese Voraussetzung auf einem Irrthume beruhe, denn es ist zwar richtig, dafs die Herren des deutschen Ordens während der ersten Jahrhunderte ihrer Anwesenheit in Preufsen den Weinbau an den genannten Orten einzuführen versucht haben, und in guten Jahren selbst etwas Wein davon haben keltern können; dieses Produkt ist indefs nach gleichzeitigen Zeugnissen von so schlechter Beschaffenheit und in so geringer Quantität ausgefallen, dafs man den Versuch, dort die Reben einheimisch zu machen, allmälig wieder aufgab. Gegen Osten fällt wegen des Dazwischentretens der Karpaten die Weingrenze

*) Gesammelte Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg 1834.

in Ungarn unter 49° Br. mit der Maisgrenze zusammen; dort wird bekanntlich, begünstigt durch die sehr warmen Sommer, noch ein sehr geistiger schwerer Wein mit sehr südlichem Charakter gewonnen, auf dem Nordabhange der Karpaten aber, in Gallizien, gedeiht die Rebe kaum noch so gut als bei uns, nur in Gärten. Weiter ostwärts, ohnerachtet die Gebirge ganz aufhören, rückt doch die Weingrenze nicht wieder mehr nördlich hinauf; denn den sehr heifsen Sommern stehen nun die zunehmend kalten Winter entgegen, und man baut daher in Rufsland den Weinstock in Masse nur erst bei Astrachan, zwischen 46 und 47° Br., und blofs vereinzelt zieht sich derselbe längs der Wolga hinauf bis Sarepta unter 48° Br. In gleicher Breite beginnt der Weinbau am Dniester, nach Eichwald, schon bei Mohilew in 48° 20'. In Moskau (55° 45' N.), welches nur wenig nördlicher liegt, als Königsberg (54° 42' N.), wird der Weinstock blofs in Treibhäusern gezogen, und doch gedeiht dort in Gärten noch die Wassermelone (Arbuse, *Cucurbita Citrullus*), welche in unserem Meridian erst in Italien, jenseits der Alpen unter 45° Br., und im südl. Frankreich wieder zum Vorschein kommt. Ueberdiefs sind die Verhältnisse des Weinbaues durch den Einflufs des Klima's selbst in 46° Breite noch sehr viel schwieriger als in unseren Rheingegenden. Denn obgleich Alex. v. Humboldt versichert (*Fragm. asiatiques* deutsche Uebers. p. 156), dafs er nie schönere Trauben gesehen habe, als in Astrachan, selbst nicht auf den kanarischen Inseln und in Italien, so sieht man dennoch in diesen Gegenden und weiter südlich in Kislar, an der Mündung des Terek (unter der Breite von Avignon und Rimini) das hunderttheilige Thermometer im Winter noch auf —28 bis 30° (—22,4° bis 24°) sinken. Bei Astrachan mufs daher die Rebe während des Winters bedeutend tief in die Erde ver-

graben werden, und derselbe Umstand hat bisher die Erzeugung eines trinkbaren Weines in den vereinigten Staaten verhindert. Nach dem System europäischer Klimate bedarf es zur Erzeugung eines trinkbaren Weines im Grofsen einer mittleren Jahrestemperatur von + 6,96° bis + 7,2° R., und dabei eines Winters, der nicht unter + 0,8° R., und eines Sommers, der mindestens + 14,8° R. habe.

Ueber den Weinstock hinaus geht von kultivirten Gewächsen gegen Norden noch der Wallnufsbaum. Er gedeiht in ganz Deutschland, in unseren Breiten noch sehr gut, und eben so bei dem 1° nördlicher liegenden Hamburg (53° 33′ N.), alljährlich reiche Ernten liefernd; ja er überschreitet selbst noch den 54sten Breitengrad bei Danzig (54° 20′). Weiter nordwärts aber ergeht es ihm etwa wie bei uns der Kastanie; er wird gepflanzt noch bis Kurland über 55° Br., trägt aber nur unter besonders günstigen Umständen reife Früchte. In inneren Rufsland gedeiht der Nufsbaum noch zuletzt in Pinsk 52° 5′.

In dem Charakter der wildwachsenden Flora zwar gehen schon auch in dieser Zone von den Alpen bis zu den nördlichen Meeren bemerkenswerthe Veränderungen vor, indem die Pflanzen gewisser Familien mehr vorzuwalten anfangen, andere mehr zurücktreten. Ungleich häufiger, im Verhältnisse zur ganzen Masse der Vegetation, werden gegen Norden die *Carices*, die Kreuzblüthigen (*Cruciatae*), die Doldenpflanzen (*Umbellatae*), die gesammten Gräser, und überhaupt nehmen die Monocotyledonen im Verhältnisse gegen die Dicotyledonen zu; dagegen vermindern sich auffallend die Leguminosen, von welchen bedeutende Gruppen (*Lomentaceae* und *Mimoseae*) sogar nur mit wenigen Formen über die Tropenzone hinausgehen, die Malvaceen, auch die Syngenesi-

sten (*Compositae*) u. s. w.; doch ist diese Erscheinung bei erstem Anblicke nicht auffallend, und wir übergehen daher das Detail derselben.

Nur unter den Waldbäumen bleibt schon im Innern von Deutschland einer zurück, und erreicht die Küsten des Meeres nicht mehr, nämlich die in dieser Beziehung schon angeführte Weifstanne (*Pinus picea Linn. Abies pectinata Dec.*). Sie kommt nur an den Südabhängen der uns zunächst liegenden Gebirge, des Thüringer Waldes, Fichtel-, Erz- und Riesengebirges vor, am Harze schon gar nicht mehr, und erreicht daher schon nicht mehr den 51sten Breitengrad. So manche Gebirgspflanze ferner, welche am Harz, am Riesengebirge u. s. w. kaum unter 1500—2000 Fufs Meereshöhe vorkommt, findet sich nahe der Nordküste in der Ebene wieder (*Swertia perennis*, *Arnica montana*, *Primula farinosa*, *Astrantia*, *Empetrum*, *Arbutus uva ursi*, *Gentiana cruciata etc.*), die Rothtanne, welche bisher ebenfalls nur ein Gebirgsbaum war (*Pinus Abies Linn. Abies excelsa Lam.*), fängt an nördlich herabsteigend nun Wälder in der Ebene zu bilden.

Hier aber in dem nördlichen Theile der gemäfsigten Zone wird zuerst nun bei den auffallend grofsen Temperatur-Unterschieden, die im Winter und Sommer eintreten, der Einflufs sehr merklich, welchen das Küsten-Klima im Gegensatze zum Kontinental-Klima ausübt. Schon oben haben wir den Unterschied dieser beiden Arten von Klimaten bei Gelegenheit der Schneegrenze kennen gelernt, und es ist wohl sehr natürlich, dafs derselbe auf den Charakter der Vegetation einen sehr merklichen Einflufs ausüben mufs, und zwar wird dieser Einflufs von doppelter Art seyn, denn einmal giebt es Gewächse, welche einen bestimmten Grad anhaltender Sommerwärme zur Vollendung ihres Entwickelungs-Cyklus bedürfen, deren Existenz aber

einige Grade mehr Kälte im Winter nicht gefährlich werden, und dagegen finden sich andere, welche bei verhältnifsmäfsig geringer Wärme im Sommer sich zu entwickeln und reifen Samen zu tragen im Stande sind, aber auch eine verhältnifsmäfsig geringe Winterkälte schon nicht mehr ertragen können. Zwar verlangt eine jede zu ihrem Gedeihen ein besonderes Maximum und Minimum der Temperatur, allein im Grofsen und Ganzen ordnen sie sich einem gemeinsamen klimatischen Verhältnisse unter.

Zu den Gewächsen der ersten Art gehört besonders der Weinstock, welcher nur bei einer gewissen Sommerhitze reife Früchte bringt. Die Nordgrenze desselben zieht sich daher auch weit gegen Süden in unseren Breiten zurück, wenn wir uns der Westküste Europa's gegen den atlantischen Ocean nähern, denn im westlichen Frankreich wird, nach Decandolle's Bemerkung, die Rebe mit Vortheil nur noch bis zur unteren Loire in den Umgebungen von Nantes bis 47° 20′ gezogen; in der Bretagne und Normandie (48—49°) pflanzte man früher noch Reben, man hat es indefs vortheilhafter gefunden, den Weinstock durch den Apfelbaum zu ersetzen und Cider zu bereiten, und doch zieht man schon in der Champagne bis zu 49° Br. noch einen sehr guten Wein, und im Rheingau noch bis 51°. Eben so geht auch die Grenze des Mais schräg durch Frankreich, von der Mündung der Garonne über Luneville und Nancy bis Strafsburg, am Ostende $2\frac{1}{2}$° nördlicher als am Westende liegend.

Ungleich merkwürdiger ist das zweite Verhältnifs, denn ihm ist eine gröfsere und für den Charakter der Vegetationsdecke bedeutungsvollere Zahl von Gewächsen unterworfen, insbesondere solche, welche als immergrüne in unseren Breiten besonders auffallen. Diese Pflanzen haben einen sehr eigenthümlichen Verbreitungsbezirk, welcher an die gröfsere oder geringere Nähe der

westoceanischen Küste gebunden ist. Sie folgen derselben mehr oder minder weit landeinwärts mit allen ihren hauptsächlichsten Krümmungen; an sie, wie durch unsichtbare Fäden, gekettet, gehen sie hoch nordwärts hinauf, gegen Süden aber trotz des milderen Klima's nur stets bis zu einer gewissen Grenze gegen das Land hinein, und ohnerachtet sie keine Strandpflanzen sind, so entfernen sie sich doch von Süden gegen Norden immer weniger von der Küste, bis sie endlich zuletzt ganz mit derselben zusammenfallen.

Eine der auffallendsten unter diesen Pflanzen, welche sich verhältnifsmäfsig am weitesten vom Meere entfernt, und doch in ihrer Verbreitung ganz von dem Laufe der Küste abhängig erscheint, ist die schön rothblühende ***Erica Tetralix***, nächst der überall verbreiteten gemeinen Heide, ***Calluna vulgaris***, das häufigste unter den Heidekräutern Europa's. Die Pflanze reicht südlich nur ausnahmsweise in der Nähe der Pyrenäen an die Küstenränder des mittelländischen Meeres, und zeigt sich blofs nordwärts der Pyrenäen- und Alpenkette, also recht eigentlich nur im nördlichen Theile der gemäfsigten Zone. Sie ist im Allgemeinen über ganz Frankreich verbreitet, und reicht östlich bis nach Lothringen, doch herrscht sie besonders häufig und üppig in den westlichen Departements (Dep. des Landes, in der ehemaligen Bretagne, bei Paris u. s. w.). Eben so verbreiten sie sich durch ganz England, Schottland und Irland, bis nahe zum 60sten Breitengrad. Nach Süd-Deutschland, obwohl diefs 10° südlicher liegt, gelangt sie nicht: dagegen tritt sie etwa unter der Breite von Köln in Nord-Deutschland ein, und breitet sich in dessen Ebene aus, dabei immer der Meeresküste folgend, bis zu 20 oder 25 Meilen landeinwärts. So herrscht sie denn auch in der Lüneburger Heide vor; so wie aber unter dem Meridian der Ostgrenze dieser Heide das Meer sich an der dänischen

Küste nach Norden zieht, ändert auch die *Erica Tetralix* ihren Lauf mehr nordwärts oder nordostwärts, geht an der Südgrenze Mecklenburgs über die Elbe, und läuft nun schräg durch Mecklenburg bis zum Westende Pommerns, so dafs sie in der Altmark nur spärlich und in der Mittelmark gar nicht mehr vorkommt. Die Oder überschreitet sie nicht mehr; dagegen steigt sie nordwärts über ganz Dänemark und seine Inseln auf, wo sie in den Heiden von Flensburg und Jütland herrscht; sie wächst noch an der Westseite der südlichen Provinzen von Schweden (Schonen, Bohuslehn, West-Gothland), und, während ihr es bei Berlin schon zu kalt ist, setzt sie nach Norwegen über, und verbreitet sich dort längs der Küste noch bis Drontheim unter 64° n. Br. Oestlich kommt sie nur noch vereinzelt in Sümpfen vor, welche die mittlere Temperatur bewahren, bei uns, in Hinterpommern, Ostpreufsen u. s. w.

Diesem so auffallenden Beispiele *) folgen, wenngleich weniger ausgezeichnet durch die Masse ihrer, ganze Landstriche bedeckenden Individuen, nun noch einige andere Pflanzen von hervortretender Eigenthümlichkeit. Namentlich gehört hieher die Stechеiche (auch Hülse genannt, *Ilex Aquifolium*), welche im nordwestlichen Deutschland, in den Weser- und unteren Rheingegenden überall an den Waldrändern und in Hecken so häufig ist, es aber bei uns (bei Berlin) schon zu kalt findet, und einen vollen Breitengrad südlicher, in den Umgebungen von Dresden, kaum regelmäfsig ausdauert, während sie in Oesterreich wieder vorkommt, zum Beweise, dafs nicht eigentlich das Meer als solches ihr Gedeihen bewirkt, sondern nur die mit der Nähe desselben eintretenden milden Winter. Von Nord-Deutschland geht sie, gleich der *Erica*, auch auf die Halbinsel von Dänemark über; sie wächst in Jütland und auf den In-

*) Gilb. Annal. LXXVI. p. 57 Note.

seln, selbst noch auf Rügen, nicht aber in Schweden. L. v. Buch fand sie ferner zu seinem nicht geringen Erstaunen an der Südspitze von Norwegen, in den Thälern von Mandal, und aus der Flora des Bischof Gunner geht hervor, dafs sie noch auf der Insel Sondmoer, nahe bei Drontheim, in 63° n. Br. vorkommt.

Die Verbreitungszone der *Ilex Aquifolium* ist also der von *Erica Tetralix* durchaus gleich gestaltet, nur mag jene Pflanze wahrscheinlich etwas weniger Kälte vertragen können, als diese; dagegen giebt es einige noch zärtlichere immergrüne Gewächse, welche durch den Einfluss des See-Klima's ebenfalls weit nördlich noch fortkommen, ohne einen so ausgedehnten Verbreitungsbezirk zu besitzen. Die Grenzlinien ihrer Verbreitung sind daher mit denen der vorhergehenden concentrisch, aber sie umschliefsen kleinere Räume. Hieher gehört namentlich der *Ulex europaeus*, welchen man mit Erstaunen in den westlichen Theilen von Westphalen, am Teutoburger Walde, im Münsterland, in Holland u. s. w. wiederfindet, nachdem man vielleicht schon im südl. Oesterreich und in Italien ihn verlassen hat. Er setzt auch nach England über, an dessen Südwestspitze sich endlich der Einfluss des See-Klima's auf das Fortdauern immergrüner Gewächse bis zum Extrem gesteigert zeigt, denn an den äufsersten Enden von Cornwall zieht man in 50—51° N. (also in der Breite von Prag und Dresden) den Lorbeer, die Myrte, *Camellia japonica* u. s. w. im Freien, während daneben die Trauben grün abfallen, und nicht einmal die Aprikosen mehr reifen.

Dieses Ausdauern immergrüner Gewächse südlicher Form, durch den die Winter mildernden Einfluss des See-Klima's an den Südwestspitzen von England und Irland ist in der That ganz bewundernswürdig. Im südlichen Devonshire gedeihen selbst Citronen und Orangen, an Mauern gezogen und während weniger

Monate des Jahres durch Bedeckung geschützt; man zieht den Cactus im Freien, und im J. 1820 blühte dort eine Agave ohne allen künstlichen Schutz, nachdem sie seit 18 Jahren gepflanzt war. Dort gedeihen auch Lorbeern, Cypressen, Myrten; ***Verbena triphylla*** oder ***Lippia citriodora*** wird ein schöner Baum; man pflanzt ferner die Theestaude in Gärten, im freiem Lande die ***Camellia***, die prächtige ***Magnolia grandiflora***, und auf den Felsen an der Küste steht verwildert der Erdbeerbaum, ***Arbutus Unedo***, dessen liebliche Büsche ganz besonders an den Uferrändern des Sees von Killarney in Irland gerühmt werden, wo sie durch die Mönche eines benachbarten Klosters einst eingeführt worden seyn sollen. Vor allem aber wird übrigens, seines wunderbar milden Charakters wegen, das Klima der Insel Guernsey gepriesen; dort sollen die Orangen selbst schon vollkommene Früchte tragen, am Strande hat sich eine Amaryllis-Art ausgebreitet (*A. sarniensis*), deren Zwiebeln zufällig durch ein hier strandendes Schiff von Japan her übertragen wurden, und in Gärten gedeihen in freiem Lande unsere schönsten Zier-***Amaryllis*** (*A. vittata, formosissima etc.*), ***Magnolia grandifl.*** bildet hier einen alljährlich blühenden prächtigen Baum, eben so gedeihen im Freien die Hortensien, die ***Fuchsia coccinea***, die ***Pelargonia***, einige Proteaceen, ***Yucca, Jasminum, Oleander, Melaleuca*** etc. *)

Dafs sich übrigens dieser letztere genauer geschilderte Einflufs auch an vielen andern als an immergrünen Gewächsen, welche vermöge ihrer Organisation keines sehr warmen Sommers bedürfen, aber auch keine grofse Kälte ertragen können, deutlich nachweise, dürfen wir natürlich voraussetzen, und als Belag dazu mag hier nur angeführt seyn, dafs der schon unter 50° Br. zurückblei-

*) Hooker in Murray *Encycl. of Geogr. p.* 323 sq.

bende Kastanienbaum sich im nordwestlichen Deutschland wieder vorfindet, wo er bei Münster (51° 55′), auf den Gütern des Grafen Meerfeld, sogar noch jährlich reife Früchte bringt; von anderen Gewächsen wird sich dieser Einfluſs im Laufe dieser Betrachtungen noch mehrfältig darbieten.

Gehen wir weiter gegen Norden über die Meeresgrenzen von Deutschland hinaus, so wird es besonders anziehend, das Verschwinden der charakteristischen Baumarten zu bemerken, welche herrschend die Wälder zusammensetzen, und daher auf den Charakter der Vegetationsdecke des Landes einen besonders in die Augen fallenden Einfluſs ausüben. Schon in unserem Vaterlande haben wir der Waldbäume im Vergleich mit den südlicheren Gegenden nur eine verhältnifsmäfsig sehr geringe Zahl, aber noch mehr verringert sich dieselbe, wenn wir weiter nach Norden hinaufgehen. Ueberall, wo im nördlichen Deutschland die Beschaffenheit des Bodens das Fortkommen von Laubhölzern erlaubt, herrschen als Waldbäume entweder Buchen oder Eichen vor. So ist es auch noch weiter nördlich durch ganz Dänemark und in Jütland; und in Holstein sowohl als auf den Inseln an den Küsten des Sund u. s. w., sind die Buchen so schön und so kräftig, dafs wir uns hier in dem ihnen gedeihlichsten Lande zu befinden glauben. Diese Bäume sind indefs die ersten, welche verschwinden, sobald wir von Dänemark über das Meer setzen. Ihre Grenze ist hier überaus merkwürdig. Im südlichen Schweden, in Schonen nämlich, giebt es zwar noch Buchenwälder, allein sie gehen an der Ostküste nur bis Kalmar, unter etwa 56° 40′ N.; von dort aus steigt dann ihre Grenze gegen Westen immer weiter nach Norden auf, und sie erreicht endlich die Westküste bei Gothenburg (57° 42′), um einen vollen Breitengrad nördlicher (nördlich vom Helga-See

in Kronebergs Lehn vorüber, in 57° 3') *). Dort sah L. v. Buch die letzten Buchenwälder an den Ufern der Götha-Elf, nach Trollhättan hin, weiter nordwärts aber in Schweden nicht wieder. Dagegen springt die Buche nun in nordwestlicher Richtung nach Norwegen über, und man findet sie dort mit Verwunderung nahe dem West-Ufer der Mündung des Fiord von Christiania wieder; sie erreicht daselbst in der Grafschaft Laurvig 59° 12′ nördlicher Breite, und zieht sich von dort längs der Küste bis zur Südspitze von Norwegen bei Christiansand fort. Diese Erscheinung ist um so auffallender, als sich an der gegenüberliegenden Küste der Ostsee in gleichen Breiten, wie wir doch erwarten sollten, keine Spur von derselben wiederfindet. Dort hemmt der immer kälter werdende Winter das Fortkommen der Buche, und wenn wir sie gleich in Schweden nahe am 57sten Breitengrade, ja in Norwegen erst mit 59° Br. verlassen haben, so finden wir sie doch in Ostpreufsen selbst unterm 55sten noch nicht wieder. Sie überschreitet hier 54° nur sehr wenig, und geht jenseits der Weichsel nur noch sporadisch in das südliche Ostpreufsen über. Nach Rufsland aber gelangt sie östlich von dieser Breite durchaus gar nicht, sondern berührt dessen Grenze erst etwa zwischen 51° und 52° in Volhynien, und sinkt weiter landeinwärts fortwährend so weit, dafs wir endlich ihre Polargrenze erst in der Krimm und an der Nordseite des Kaukasus in 44° bis 45° Breite wiederfinden.

Eine untergeordnete Zwischen-Erscheinung an der Nordgrenze der Buche, ist die oft im gemeinen Leben mit ihr verwechselte, sehr verschiedene sogenannte Hain- oder Hagebuche auch Weifsbuche (*Carpinus Betulus*); sie ist bei uns meist nur ein grofser Strauch; an

---

* Hisinger in Poggend. VII. 57.

der nördlichen Buchengrenze aber, wie in Preufsen, wird sie ein ansehnlicher Baum, und sie geht dort noch weit nördlich über die Buche hinaus durch ganz Kurland, selbst ins südliche Liefland über, bis zu vielleicht 58° Breite; in Schweden soll sie dagegen, wie L. v. Buch *) bemerkt, bereits in Schonen (also mit 56° Breite) verschwinden.

Die Eiche, und zwar nur *Quercus robur*, überragt merkwürdig genug noch die Buche im Norden, während sie doch an den Abhängen der Alpen weit hinter derselben zurückbleibt. Zwar bildet sie gewifs jenseits der Buche wohl kaum noch gröfsere zusammenhängende Wälder, doch zeigt sie sich vereinzelt noch sehr weit hinauf nördlich, wo entschieden keine Buche mehr fortkommt. So sind Eichen noch in den Umgebungen von Christiania häufig, wo sie besonders südlich von Tuft herrschend werden **), auch gehen sie von dort noch nordwärts in den Thälern des Gebirges in's Land hinein. Doch erreichen sie nach L. v. Buch ***) nicht mehr ohne künstliche Pflege die Grenzen der Provinz Hedemarken; die letzte noch sehr schöne sah er dort zu Skiedsmo am Prästegaard (nahe unter 61 Br.). Dagegen lassen sie sich noch viel weiter gegen Norden längs der Westküste von Norwegen verfolgen. Dort wachsen sie noch gut auf der Insel Sondmör unter dem 63sten Breitengrade, und selbst noch auf der Insel Dreufsen vor Drontheim (63° 26'), Titterön etc., bei Drontheim selbst aber schon nicht mehr. An der Ostküste von Schweden dagegen geht die Eiche nur bis in die Gegend von Gefle (60° 40' N.), wo sie, wie schon Linné wufste, zuletzt bei dem Eisenwerke Harnefs gefunden wird †). Auf der entgegengesetzten Seite

*) Reise I, p. 54.

**) Hisinger in Poggend. Ann. VII, 37 Note.

***) Reise nach Norwegen, Bd. I. S. 164.

†) L. v. Buch, Reise nach Norwegen, Bd. II. S. 316.

der Ostsee dagegen gehen sie sogar noch fast um 1° Br. weiter nördlich hinauf, da hier mit der gröfseren Entfernung von dem hohen Grenzgebirge die Winter milder sind. Dort wachsen sie an der finnischen Küste sogar noch bis Björneborg (61° 29′) nördlich von Abo. Sehr merkwürdig aber ist es, wie diese Grenze zurücktritt, sobald sie von der finnischen Küste landeinwärts verfolgt wird; sie erhält sich nämlich nicht in gleicher Breite auf der Nordseite des finnischen Meerbusens, sondern setzt schräg über denselben von Helsingfors etwa nach Narva, so dafs Petersburg von den Eichen schon ausgeschlossen bleibt, welche nicht nach Ingermannland hineindringen. Weiter östlich endlich zeigt sich die Eiche erst wieder südlich von Nowgorod, sobald man (in etwa 58° 20′) über den Flufs Msta kommt; sie gedeiht dort sehr kräftig auf dem Waldaischen Landrücken bis 1200 F. üb. dem Meere, was Erman *) dadurch zu erklären sucht, dafs hier das spätere Eintreten des Frühlings die dem Ausschlagen der Bäume so sehr schädlichen Nachtfröste abhält. Endlich im Innern von Rufsland zeigt sich nach Gmelin's sibirischer Reise **) die Eichengrenze gegen Asien schon zwischen Kasan und Katharinenburg in kaum mehr als 57° 30′ Polhöhe.

Dieses Aufhören der Eiche ist übrigens, wie alle Beobachter bemerken, für das Unterscheiden von Vegetationsstufen und das daraus hervorgehende Ansehen und die Bebauung der Länder ein sehr bedeutungsvolles Ereignifs, denn gerade so weit als die Eiche gedeiht, erhalten sich auch ohne besonders künstliche Pflege noch einige unserer mitteleuropäischen Obstsorten. Nur selten wie am Mjösen gehen sie etwas darüber hinaus, einige derselben zwar bleiben schon früher zurück, und

*) Reise I, p. 142.

**) Band I, p. 103.

zwar ganz insbesondere die späten Pflaumen, welche wohl kaum noch den 55sten Breitengrad erreichen, da sie schon um Königsberg nicht mehr alljährlich reif werden. Nach ihnen verschwinden die Birnen, von welchen einige Sorten noch bei Christiania unter 60° Breite reifen, und endlich gedeihen nur noch Aepfel und Kirschen, ja die ersteren sind die härtesten von allen, und zeigen sich selbst noch um Drontheim, doch kaum wohl mehr bei St. Petersburg. So weit also als die Eiche geht, giebt es in den kultivirten Theilen des Landes noch Fruchtgärten. Es ist aber überhaupt, auch wie L. v. Buch *) bemerkt, als ob man mit dieser Grenze eigentlich erst den Charakter des Polar-Klima's zu bemerken anfange, denn bis zu ihr gedeiht eigentlich auch noch in voller Ausdehnung der Kornbau. Bis zum Aufhören der Eiche baut man überall reichlich so viel Korn, als man bedarf, und man fürchtet die in Sommermonaten später eintretenden Nachtfröste nicht mehr, welche die Schweden eiserne Nächte (*jern nätter*) nennen, und welche oft in wenigen Minuten die Hoffnung der reichen Ernte eines Jahres zerstören. — Wo die Buche, und mehr noch wo die Eiche nicht mehr fortwill, da hören auch die für unsere Klimate so charakteristischen Laubhölzer in den Ebenen und tief gelegenen Ländertheilen nun ganz auf. Das Land wird bedeckt mit den für die nordischen Landschaften so auszeichnenden schwarzen Nadelholzwaldungen, und es herrschen hier vor Allem unsere Rothtanne (*Abies excelsa*), und nächstdem, nach Boden- und Höhenverschiedenheit, auch die Kiefer (*Pinus sylvestris*). Weniger charakteristisch und vereinzelter, ohne Einfluſs auf den Charakter der Vegetation, setzen mit diesen zwei Nadelholzbäumen noch zwei andere Coniferen weit nördlich hinauf, nämlich der Taxus (*T. bac-*

*) Reise II, p. 316.

cata) und der gemeine Wachholder (*Juniperus communis*). Der erstere hält sich entschieden wohl noch innerhalb der Eichengrenze, und kommt vereinzelt in den Wäldern von Litthauen, ja selbst noch bis nach Esthland (noch 56° Br.) hinein vor. Der letztere scheint dagegen seine gröfseste Schönheit sogar erst in dem nördlichen Theile der Eichenzone zu erlangen, denn er bildet in Ostpreufsen u. s. w. sogar Bäume von vielleicht bis 20 Fufs Höhe, welche unter günstigen Umständen selbst zu Brettern zersägt werden. Weiter nördlich wieder ein Strauch werdend, reicht er bis Lappland, und fast noch bis an die Felsen des Nordkap (nach Wahlenberg).

Aufser den Nadelhölzern giebt es noch eine verhältnifsmäfsig bedeutende Anzahl von Laubbäumen, welche alle wenigstens noch über die Buche, und der Mehrzahl nach, wenn auch nur wenig, noch über die Eiche hinausgehen, und sogar innerhalb der Grenzen von beiden noch in ausgezeichneter Schönheit vorkommen. Es sind fast ohne Ausnahme dieselben, welche auch bei uns häufig auftreten. Nur die Weifs- und Schwarzpappel scheinen nach L. v. Buch's *) Erfahrungen schon in Halland mit der Buche zurückbleiben zu wollen; wo dagegen die Buche aufhört, da werden erst recht schön die Eschen und Linden und die Ulmen. Die Eschen insbesondere sind überaus prächtig im südlichen Norwegen, in den Umgebungen von Christiania, und kehren auch noch auf den Inseln vor Drontheim wieder. Die Linden bilden prachtvolle Wälder in Litthauen und im Innern von Rufsland, und sie gehen mit den Ulmen, welche wohl kaum irgendwo Wälder bilden, immer etwas über die Eichengrenze hinaus, wenngleich freilich nicht sehr weit. So nennt man namentlich die letzten Linden zu Oere-

*) Reise I, p. 54.

land nordwestlich von Drontheim in 64° Br.; weiter nördlich in Helgeland wachsen sie nicht mehr *), dagegen wachsen sie an der Ostküste von Schweden zu Hamrong, nördlich von Gefle **), unter 61° Br.; auch gedeihen sie bekanntlich noch bei St. Petersburg recht wohl. Aber die Esche übertrifft sie noch im Hinaufgehen nach Norden; denn sie verschwindet erst an der Njurunda Elf, nördlich von Huddikswall, über 62° Br. hinaus (bei Drontheim). Dort bei Sundwall finden sich auch die letzten Aepfel. Noch gleichzeitig mit diesen Bäumen entwickelt sich kräftig in diesen Breiten der Ahorn (*Acer platanoides*). Auch er ist vorzüglich schön um Christiania, und gegen Norden zeigt er sich fortsetzend wiederum weiter bis an die Angermanns Elf bei Weda, in 63° Br.

So zeigt sich denn also wenigstens in dem südlichsten Theile der Zone, welche durch das allmälige Aufhören der Eichen und der Fruchtgärten bezeichnet wird, doch in Beziehung auf die Entwicklung der Laubbäume noch eine an Ueberflufs grenzende Mannigfaltigkeit wenig weiter nach Norden zu, doch geht dieselbe auffallend rasch zu einer späterhin weit hinaus anhaltenden Einförmigkeit über. Es erhalten sich nämlich in Norwegen etwa über 64° Br., in Schweden schon über 63°, in Rufsland etwa über 60—61° Breite hinaus, nur noch drei Arten von ansehnlichen Laubbäumen, welche in geeigneten Gegenden vorkommen, nämlich Birken (*Betula alba*), Espen (*Populus tremula*) und Erlen (*Alnus glutinosa*).

Von diesen aber nun freilich scheinen auch ganz besonders die beiden ersten recht für diese Klimate geschaffen zu seyn, denn alle Reisenden stimmen darin überein, in wie hohem Grade die Birke und Espe an Schön-

*) L. v. Buch, I, p. 279.

**) Reise II, p. 313.

Schönheit und Kräftigkeit zunehmen, je weiter man gegen Norden geht, und je mehr die bei uns vorherrschenden Baumformen zurückbleiben. So wird die Birke schon bei St. Petersburg der schönste unter den frei ausdauernden Bäumen; und bei Christiania bemerkt L. v. Buch *): „dagegen werden Espen, Ellern und Birken noch immer gröfser und schöner; es sind die wahren Bäume des Nordens, welchen zum Theil auch Christiania's Wärme zu ihrem besten Gedeihen noch zu stark ist. Espen und Birken zum wenigsten ziehen sich auch noch hier gern in den Schatten zurück."

Etwas weniger rein nordisch allerdings ist die Eller, denn sie bleibt an der Ostküste von Schweden schon mit den Grenzen von Angermannland und Westerbotten bei Penska in 64° Br. zurück; in Norwegen, wohl nur wenig nördlicher dagegen, ersetzt sie dort eine dem Norden eigenthümliche Form, welche von der hellgrauen Farbe ihrer Rinde und der unteren Seite ihrer mehr spitzen Blätter *Alnus incana* genannt wird. Sie stellt sich zuerst ganz allmälig in Süden schon bei Hamrang über Gefle ein, und tauscht unsere deutsche Erle allmälig über sie vorwaltend völlig aus. Sie kommt in der Schweiz wieder und reicht dort bis zur Buchengrenze bis 4000 F.

Mit dem Eintreten dieser Veränderungen hat sich nun der Charakter des Nordens vollkommen ausgebildet. Ueberall vorherrschend sind die Wälder von Tannen und Kiefern, hin und wieder schöne Birkenhölzer, und unter diesen Wäldern herrschen als Sträucher von gröfserer Bedeutung, ja selbst noch in den südlicheren Theilen als Bäume, die Espe und die nordische Eller, welche nie zusammenhängend selbstständige Wälder, sondern immer mehr die Einfassungen derselben an niedrigen Orten, Waldsäume an Wiesenrändern bilden.

*) Reise I, p. 89.

Mit ihnen gedeihen vereinzelt hoch nordwärts hinauf bis an die Küstenränder der nördlichsten Fiorde die Eberesche (*Sorbus Aucuparia*), welche noch zu Torneå schöne Bäume bildet, als ein Strauch kriechend, aber selbst noch auf den Felsen des Nord-Kap über 71° Br. hinaus vorkommt, und der Faulbaum (*Prunus Padus*), welcher, wenngleich nicht ganz so viel Kälte ertragend, dennoch eine Zierde der Wälder von Lappland ist, und selbst noch an den Rändern der Altens-Elf vorkommt.

Zu den unbedeutenderen niedrigeren Sträuchern ferner, welche in diesen Regionen auftreten, und häufig den Rasen der Wälder verdrängen, gehören vorzugsweise diejenigen, welche efsbare Beeren tragen, und in diesen Klimaten wegen des Mangels der Obstsorten eine ganz besondere Wichtigkeit erlangen. Es sind ihrer, gleichsam als hätte die Natur hier einen Ersatz für die Abwesenheit des Obstes den der Erfrischung im Sommer bedürftigen Einwohner darbieten wollen, ausnehmend viele, und selbst einige sehr wohlschmeckende und einträgliche, welche dem Süden fehlen, und zu uns selbst nicht einmal vereinzelt mehr hinabreichen. Dahin gehören ganz besonders einige *Rubus*-Arten. So namentlich *R. Chamaemorus*, Multebär, welche von allen die häufigste und härteste ist, und namentlich auch noch die Felseninseln aufserhalb der Fiorde bedeckt; *R. arcticus*, Akkerbär, mit der vorigen sehr häufig, so dafs die eingekochten Beeren von beiden Arten in Masse nach dem südlichen Schweden verführt einen dem Lande eigenthümlichen Handelszweig, eins der wenigen ausführbaren Produkte von Lappland bilden. Auch gedeiht dort noch, wenngleich weniger einträglich, unsere Himbeere, *Rubus Idaeus*; die Brombeere, *R. caesius*, aber bleibt schon im südlichen Norwegen zurück, und soll nach L. v. Buch's Bemerkungen kaum über die Buchengrenze in der Grafschaft Laurvig hin-

ausreichen. Eben so gehören unter die beerentragenden Sträucher des hohen Nordens noch einige *Ribes*-Arten, namentlich die Johannisbeere, *R. rubrum*, die Aalbeere, *R. nigrum*, und mit ihnen das bei uns in Bergen einheimische *R. alpinum*, wenngleich sie nicht ganz so hoch nördlich als die vorigen hinaufgehen. Die Stachelbeere (*R. grossularia*) finden wir dagegen zuletzt noch bei Upsala bemerkt, und sie scheint wohl den 61sten Breitengrad, also die Grenze der Eiche, kaum noch zu überschreiten.

Unter den anderen für jene Länder wichtigen Beeren nennen wir ferner die *Vaccinium*-Arten. Von ihnen treten noch alle, auch bei uns in Nord-Deutschland vorkommenden, im höchsten Norden auf, wenngleich in etwas veränderten Verhältnissen, denn die bei uns so häufige Heidelbeere (*V. Myrtillus*) beginnt dort zurückzutreten, und trägt wenigstens nicht in gleichem Maafse reichlich; dagegen herrschen nun die bei uns seltneren und selbst für schädlich gehaltenen grofsen Trunkelbeeren (*V. uliginosum*), und am häufigsten von allen, am härtesten der Kälte bis zur Schneegrenze widerstehend, ist die gleichfalls einen Ausfuhr-Artikel für Lappland darbietende Preufselbeere (*V. Vitis Idaea*) und mit ihr die saure Moosbeere (*V. Oxycoccos*).

Unter den krautartigen Gewächsen, welche sich in den Wäldern dieser Länder besonders auszeichnen, nennen wir vorzugsweise als in hohem Grade charakteristisch das bei uns nur in Berggegenden häufig auftretende *Epilobium angustifolium*, bei weitem die schönste aller nordischen Pflanzen, welche mit ihren grofsen rosenrothen Blüthenbüscheln dort einen Grad von Ausbildung erlangt, welcher sie im Norden als wahres Prachtgewächs, erinnernd an die Blüthenpracht südlicher Sträucher, erscheinen läfst. Mit ihr wuchert in gleicher Häufigkeit und vollkommener Ausbildung die krautige, bei uns noch ziemlich unansehnliche *Spiraea*

Ulmaria (Wiesen-Bocksbart). Beide Pflanzen verschönern nicht nur charakteristisch die Wälder von Schweden, Norwegen und Lappland, sondern sie sind auch in den Wäldern von Rufsland, zwischen Petersburg und Moskau, eine von allen Reisenden hervorgehobene Zierde.

Bevor wir gegen Norden weiter fortschreitend das letzte Zurücktreten der Vegetation schildern, scheint es zweckmäfsig, in diesen Breiten nahe dem Polar-Kreise noch einmal das Verhalten der Vegetationsstufen in den Gebirgen zu betrachten, welche hier zwischen 64° und 70° Br. unter dem Namen der Lappländischen Alpen bis zu mehr als 5000 F. Höhe, etwa 2000 F. über die ewige Schneegrenze, aufsteigen (der Sulitelma unter 67° Br. ist nach Wahlenberg 5705 F. hoch), und welche manchen anziehenden Vergleichungspunkt mit dem zuletzt von uns betrachteten Alpengebirge der Schweiz darbieten. Sie sind von Wahlenberg in dieser Beziehung meisterhaft bearbeitet worden.

In Beziehung auf das Hervortreten charakterisirender Gewächse, lassen sich die Lappländischen Gebirge fast eben so vollkommen, wie die Alpen der Schweiz, in eine gleiche Zahl von Regionen abtheilen; da diese Zonen hier indefs sehr rasch auf einander folgen, so verwickeln sie sich bei schnellem Wechsel der Bodengestalt sehr leicht in einander, und es ist daher wünschenswerth, hier nur immer die Haupt-Unterschiede der verschiedenen Gebirgsgegenden hervortreten zu lassen, welche nichtsdestoweniger sich doch noch sehr oft nahe genug kommen. Wir wollen daher hier erst das Schema derselben voranschicken, und dann die Vergleichungen hervorheben, welche diese Anordnung mit den Vegetations-Stufen der Alpenwelt darbietet. Man unterscheidet in den Gebirgen des Innern von Lappland:

1) Die Waldregion (*regio sylvatica*), welche vom Meeresspiegel bis zu 1800 F. Höhe reichlich

aufsteigt. Sie umschliefst wesentlich drei Unter-Abtheilungen:

a. Die untere Waldregion (*regio sylvatica inferior*) von 0 bis 800 Fufs aufsteigend. Sie wird hauptsächlich charakterisirt durch das Vorwalten der Rothtanne (*Abies excelsa*), und auf den unteren Theil ihrer Wälder pafst vorzugsweise das eben gegebene Bild von dem Charakter der nordischen Waldungen. Am Fufse der Gebirge sehen wir hier von den an unsere Heimath erinnernden Gewächsen noch schön wuchernd, und besonders durch Wahlenberg ausgezeichnet, die Maiblume und den rothen Wiesenklee, *Trifolium pratense;* auch gedeihen hier sparsam die Erdbeeren, aber sie folgen der Tanne kaum an den Abhang der Berge, und bleiben etwa auf halber Höhe unter ihrer Grenze zurück. L. v. Buch fand bei seinem Uebergange von Alten nach Torneå die erste Tanne zwischen Ketkesuvando und Muonioniska in 799 F. über dem Meere.

b. Die obere Waldregion (*regio sylvatica superior*) von 800 bis 1200 Fufs. Dieser nur so sehr schmale Gürtel ist dennoch sehr auffallend charakterisirt durch das vorherrschende Auftreten der Kiefer (*Pinus sylvestris*). Sie überragt allenthalben die Tanne, und der Gürtel, welchen sie über derselben bildet, ist zugleich noch durch einige andere Eigenthümlichkeiten ausgezeichnet. Es zeigt sich in ihm die letzte Spur des Kornbaues, wenngleich derselbe freilich auch in den Tannenwäldern nur aus Gerste und Hafer besteht. Der höchste Ackerbau findet zu Lippajärfior, auf dem schwedischen Abhange, in 1207 F. über dem Meere statt, wo die Kiefern nur noch mit Mühe sich erhalten können; es ist Hafer, der indefs keinesweges alle Jahre reif wird; zugleich ist dieser Hof wohl die höchste feste Winterwohnung in Lappland. In diesem Kiefergürtel beginnt auch das Rennthiermoos (*Cenomyce rangiferina*) zuerst unter den

Bäumen vorwaltend zu werden, und die nomadisirenden Lappländer verweilen daher in dieser Zone besonders gern für den Winter.

c. Die subalpinische Region (*regio subalpina*) 1200 bis 1800 Fufs. Sie wird bezeichnet durch das Vorwalten der Birke (*Betula alba*), welche offenbar da erst ihre vollkommene Schönheit erreicht, wo die Kiefern nicht mehr fortkommen. In sie tritt der Getreidebau nicht mehr hinein, und es herrscht daher hier nur die Viehzucht in den Sommermonaten, oder es beginnt vielmehr die eigentliche Alpenwirthschaft, hauptsächlich genährt durch das Rennthiermoos, welches hier einen ungemein grofsen Theil von der Vegetationsdecke ausmacht. Mit der Birke steigen von unten noch bis in diese Region, die Espe, *Populus tremula*, die nordische Eller, der Faulbaum und die Eberesche, und sie gehen in der hier angeführten Reihe verloren, bis die Birkengrenze erreicht ist, die Eberesche etwa in 1500 Fufs; auch verlieren sich mit ihnen die bisher kräftig wuchernden *Epilob. angustifolium* und *Spiraea Ulmaria*, hieher geht auch noch die Himbeere und Johannisbeere. Dagegen treten dem Charakter der subalpinischen Zone gemäfs hier bereits einige Alpenpflanzen ein, und so namentlich der bei uns schon im Harze mit 2000 F. Höhe anfangende schöne *Sonchus alpinus*, *Arbutus alpina*, *Azalea procumbens* (welche auch in der Schweiz), hier auch *Primula farinosa*, *Androsace etc.*, *Menziesia etc.*

2) Die Alpen-Region (*regio alpina*), sie erstreckt sich, wie überall, von der Baumgrenze bis zur ewigen Schneelinie von 1800 bis 3300 F., und schrumpft hier also, wie auch die übrigen Regionen, reichlich auf die Hälfte der Höhe zusammen, welche sie in den südlichen Gebirgen Europa's einnimmt. Sie läfst sich naturgemäfs eintheilen in eine untere und eine obere.

a. Regio alpina inferior ist etwas breiter als

die vorige von 1800 bis 2500 F. Sie wird bezeichnet durch das herrschende Vorkommen der Sträucher, wo die Bäume verloren gingen, und in ihr waltet vor Allem die niedrige strauchartige Zwergbirke (*Betula nana*) vor, welche in dem Landstriche diesseits des Meeres wohl nur allein am Harze in etwas über 2000 F. Höhe über dem Meere gefunden werden möchte. Sie bildet einen niedrigen, zuletzt nur noch kriechenden Strauch. Hier fehlen die in den Alpen so charakteristischen Rhododendra nicht ganz, und werden durch das *Rh. lapponicum* repräsentirt; dagegen stellen sich mit der Zwergbirke herrschend einige Weidenarten (*Salices*) ein, welche am Boden kriechend mit knorrigen Aesten und mit meist stark behaarten Blättern dem rauhen Klima noch Widerstand leisten, wie *Salix glauca*, *lanata*, *myrsinites etc.* Bis hieher hinauf steigt noch *Rubus chamaemorus* und auch die Heidelbeere; die Preufselbeere aber geht noch darüber hinaus. *Andromeda*-Arten finden sich viele. Von perennirenden Kräutern herrschen hier fast nur Alpenpflanzen, von welchen auch die Mehrzahl in der Schweiz wieder vorkommt, und zwar ganz besonders einige Ranunkeln (*R. lapponicus*, *nivalis etc.*), einige *Pedicularis*-Arten (*Sceptrum*, *lapponica*, *hirsuta*, *flammea etc.*) und Saxifragen.

b. Regio alpina superior von 2500 bis 3300 Fufs. Sie wird bezeichnet durch das nun gänzliche Wegbleiben der Sträucher (wenn hieher nicht *Empetrum nigrum* und *Vaccin. Myrtillus* zu rechnen). In ihren unteren Theilen herrschen noch viele *Saxifragae*, die *Pedicularis*, mit ihnen die *Gentianae* vor, welchen indefs die schöne *acaulis* fehlt, während *glacialis* und *nivalis*, an den ersten Schneeflecken *Ranunc. nivalis*, *Draba alpina et Saxifr. nivalis*, die sämmtlich in der Schweiz fehlen, vorkommen. Die letzten Phanerogamen in der Höhe, welche der Nähe

des ewigen Eises Trotz bieten, sind insbesondere der *Ranunculus glacialis*, weifsblühend oder blafsröthlich, welcher vorzugsweise auf den Hügeln der Gletscher zu Hause ist, und mit ihm, wiewohl auch noch weiter unten auftretend, die *Silene acaulis* und *Saxifraga oppositifolia*. An den äufsersten Rändern gegen den Schnee beginnen übrigens hier wieder, wie in den Kordilleren, die Kryptogamen vorzuwalten, und es gehören ganz besonders hieher einige Moose und Lichenen; vielleicht ist diefs die letzte Einwirkung des See-Klima's, welche gegen Norden verspürt wird.

Vergleichen wir nun diesen Charakter der Vegetation in den Gebirgen des höchsten Nordens mit dem, welcher wenigstens 6 bis 8 Breitengrade weiter südlich in den Gebirgen des südlichen Norwegens, um Dovrefield, und auf der Grenze gegen Schweden zwischen den Provinzen Hedemarken und Dalekarlien vorkommt, so finden wir noch im Allgemeinen ganz dieselben Verhältnisse wieder. Auch dort folgen einander die herrschenden Waldbäume in derselben Ordnung, zuerst unten die Tannen, dann die Kiefern, dann die Birke, die Zwergbirke mit den Weiden, und zuletzt noch dieselben Pflanzen, welche sich der Schneegrenze nähern; nur freilich gehen die Vegetations-Grenzen hier schon um ein Bedeutendes höher an den Bergen hinauf, und zwar stets um so höher, je weiter landeinwärts, da mehr westwärts nach der Küste hin, wie wir gesehen haben, der Einflufs des See-Klima's trotz seiner Milde, die Schneegrenze bedeutend herabdrückt, ein Einflufs, welcher die Lage der Vegetations-Grenzen im Extrem selbst um 600 ja bis 800 Fufs herunterzuziehen im Stande ist.

Nach den Wahrnehmungen von Schouw, Chr.

Smith, L. v. Buch und Naumann, geht hier im Innern des Landes:

Die Tanne (*Pinus abies L.*) bis zu 2000 F. über dem Meere.

L. v. Buch fand bei Sundset am Dovrefield die ersten Tannenwälder, 1482 F. hoch, doch gehen sie noch höher. Tannen fehlen meist auf der Westseite von Norwegen.

Die Kiefer (*Pinus sylvestris*) bis zu 2800 F.

L. v. Buch fand hier sogar bei Jerkin am Dovrefield eine vereinzelte Kiefer (I. 201.) in 3448 F. Höhe, und wenigstens ist daher hier schon die Zone zwischen beiden Bäumen doppelt so breit, als in Lappland, wo die Kälte die Pflanzenregion immer mehr zusammenengt, und wo sie daher oft kaum Zeit haben sich in ihrer ganzen Eigenthümlichkeit zu entfalten.

Die Birke (*Betula alba*) bis zu 3600 F., also gerade das Doppelte der Höhe von der, welche sie in Lappland erreicht; nahe der Küste dagegen sinkt sie bis unter 2000 F. (Schouw Pflanzengeogr. 467.)

Die Zwergbirke (*Bet. nana*) mit *Salix glauca, lanata, myrsinites* 3800 bis 4200 F.

Dieser Gürtel wird schon reichlich wieder eben so schmal, ja wie es scheint, fast noch schmäler, wie in Lappland.

Die obere Alpenregion bis zur Schneegrenze von 5100 F., bis, wie in Tellemarken, zu ganz nahe an 5500 F.

Dieser Unterschied ist allerdings schon sehr auffallend; wenn wir indefs über das Meer gegen Süden wieder zurückschreiten, so ändert sich in den nächsten Gebirgen auch der Charakter der über einander folgenden Vegetationstufen vollkommen. Schon in dem zunächst vorliegenden Harz tritt unten der Laubwald hervor mit der Buche, welche in Massen unter günstigen Umständen noch bis über 2800 Fufs, wenig weiter südlich in

Hessen schon zu mehr als 2000 F. am Meifsner-, Inselsberg 2800 F. aufsteigt. Darüber aber herrscht dann die Tanne (hier auch noch *Epilobium angustifolium*); die Birke fehlt oder verbirgt sich im Laubholz, auch die Kiefer macht nicht mehr herrschend einen Waldbaum, und endlich wo die Tannen nicht mehr fortwollen, in etwa 3200 F. Höhe, da treten auf der Höhe des Brockens die ersten Spuren der subalpinen Region ein (*Anemone alpina*). Hier ist noch, wie erwähnt, eine Spur von der Zwergbirke. Weiter südlich indefs schon entwickelt sich dieser nun auftretende Charakter sehr viel reiner.

Auf dem Riesengebirge, den Karpaten u. s. w. tritt nämlich mit dem Vorherrschen der Tanne, schon in 3400 bis 4000 F. Höhe die subalpine Region ein (entschieden wie am Harze mit *Sonchus alpinus*, *Ranunculus aconitifolius* etc.); und es haben ferner diese Gebirge das Eigene, dafs sie in der unteren *regio alpina* statt der Alpenrosen als vorherrschendes Gesträuch ein zum Strauch gewordenes Nadelholz führen, welches unter dem Namen des Knie- oder Krummholzes bekannt ist (*Pinus Mughus* Scopoli und Wahlenberg), und in den Alpen nicht wieder vorkommt; seine Region fängt im Riesengebirge spätestens mit 4000 F. an, und mit ihm beginnt dort der Alpenrasen, *Primula minima*, und dgl. Die Gipfel des Gebirges ersteigen sie nicht. In den Karpaten setzt Wahlenberg diese Region zwischen 4600 bis 5600 F. Endlich hat dieses Gebirge in seinen obersten Theilen von 6500 bis 8000 F. eine von Wahlenberg eigens sogenannte *regio lichenosa*, wo der Boden mit schwarzen Lichenen bedeckt ist. Es ist diefs indefs ganz entschieden jener Theil, welcher bei normal ausgebildeten Gebirgen in dieser Zone fast ganz schon mit ewigem Schnee müfste bedeckt sein, und welcher daher

nicht wohl mit den Regionen anderer Gebirge (der Alpen) in Vergleich gestellt werden kann.

Ganz besonders interessant aber noch ist endlich die Vergleichung, welche Wahlenberg zwischen dem Charakter der Vegetation in den Gebirgen von Lappland mit jenem der nördlichen Schweiz anstellt, und aus welcher wir, des allgemeinen Interesses wegen, vorzugsweise Folgendes hervorheben:

Von oben anfangend, ist zuerst zu bemerken, dafs ohnerachtet in Lappland die Schneegrenze nur 1500 F. über der Baumgrenze liegt, während in der Schweiz diese Zone noch nahe an 3000 F. breit ist, dennoch in den Lappländischen Alpen die Schneelinie in Beziehung auf die Temperatur- und Vegetations-Verhältnisse später oder verhältnifsmäfsig höher eintritt, als in den schweizerischen.

In der Schweiz nämlich sehen wir den Alpenrasen mit vollem kräftigen Wachsthum unmittelbar bis an die ewige Schneelinie reichen, und stellenweise finden wir noch in mehr als 1000, ja bis 2000 F. Höhe über der Schneegrenze phanerogamische Gewächse an geeigneten Orten hervortreten, blühen und Früchte tragen; ja Wahlenberg ist aus seinen Untersuchungen überzeugt, dafs es unter den Alpenpflanzen der Schweiz Arten gebe, deren wahrer Standpunkt eigentlich ursprüglich über der Schneegrenze gesucht werden müsse (*Aretia alpina*, *Aira subspicata*, *Cerastium latifolium*).

Von ähnlichen Verhältnissen ist in den Lappländischen Alpen durchaus Nichts zu finden; dort erreichen die vollkommenen Alpenkräuter in den meisten Fällen verkümmert die Schneegrenze nicht mehr, und nie finden sie sich oberhalb derselben. Denn alljährlich schmilzt zwar die Sonne den Schnee noch in einem Streifen, wo ihre Wärme zum Schmelzen zwar noch hinreicht, aber nicht mehr in den kurzen Sommern im Stande ist, eine phanerogamische Vegetation hervorzulocken.

Dieser Streifen aber ist es, welcher vorzugsweise von kleinen Kryptogamen (Lichenen u. s. w.) bedeckt wird. Wahlenberg glaubt, es werde diefs Verhältnifs dadurch herbeigeführt, dafs es theils auf den Lappländischen Alpen, der stärkeren und gleichförmigeren Winterkälte wegen, ungleich weniger schneet, als in den Schweizeralpen, und dafs die dort herrschenden Stürme auf eine sehr auffallende Weise zur Entblöfsung der Bergabhänge beitragen, wovon er sich selbst bei einer Winterreise in Lappland überzeugte. In der Schweiz dagegen schneet es nicht nur sehr viel, sondern die Luft ist im Winter ungleich ruhiger als im hohen Norden auf den Alpen.

Gehen wir nun aus den Regionen des ewigen Eises weiter hinunter, so sehen wir den Alpenrasen in den unteren Theilen dieser in der Schweiz breiteren Region kräftiger und reichlicher wachsen, als in Lappland. Die sich hier ausbreitenden Alpenweiden sind viel reicher und ergiebiger, als die lappländischen, ja Wahlenberg sah mit Erstaunen hier selbst Pflanzenformen auftreten, welche, wie *Hedysarum Onobrychis* und *alpinum*, schon an südlichen Charakter erinnern, und wovon nichts Aehnliches in Lappland gefunden wird. Doch der charakteristischste der Unterschiede zwischen beiden Gebirgen tritt weiter abwärts an der Baumgrenze hervor. Dort erscheint dann in Lappland der, dem hohen Norden eigenthümliche freundliche Birkenwald mit allen ihn begleitenden Schönheiten; in der Schweiz aber sind es düstere Tannenwälder, welche uns aufnehmen, und es zeigen sich die lappländischen Gebirge daher in diesem Vegetationsgürtel freundlicher als die schweizerischen. Wahlenberg hat die Verschiedenheit dieses Charakters der subalpinen Region beider Gebirgsgegenden ungemein schön in seiner Einleitung zu den Vegetations-Verhältnissen der Schweiz aufgefafst, und

wir geben hier daher seine Schilderungen in freier Uebersetzung wieder:

„Wenn wir von den Alpen in Lappland herabsteigen, so tritt zuerst uns entgegen der Birkenwald, welcher von fröhlichem Grüne glänzt, und dessen leicht schwankende Wipfel ewig beweglich den Winden gehorchen; in ihm schwärmen Myriaden summender Mükken und Alp-Bienen, und die leichtfüfsigen flinken Rennthiere sieht man dort munter umherhüpfen. Hier erhält die Natur durch den immerwährenden Tag, durch die nie untergehende Sonne während des Sommers, einen Charakter unvergleichlicher Heiterkeit und Anmuth. In der Schweiz aber treten wir dagegen zuerst in den düsteren Tannenwald, dessen schwarze starre Pyramiden auf fetten Weideplätzen zerstreut stehen; dort geben die schwerfälligen Alpenstiere ihre unbeweglichen Häupter den häufigen Ungewittern, dem Hagel und den Regengüssen preis, welche fast eine Nacht um die andere herabstürzen, und man hört nicht das fröhliche Summen der Mücken- und Bienen-Schwärme. Die ganze lebende Natur hat hier einen viel ernsteren, aber freilich auch einen viel kraftvolleren Anstrich."

Aufser dieser Verschiedenheit aber ist es noch sehr merkwürdig, wie bei genauerer Betrachtung in der Schweiz und in Lappland die charakteristischen Waldbäume ihre Rollen vertauschen, denn nicht nur, dafs den Schweizer-Alpen die Birkenwälder fehlen, und hier das Laubholz an die Stelle der Tannenwälder zu treten pflegt, sondern es tritt in der Schweiz die Tanne unter ganz anderen Verhältnissen auf, als in Lappland, und hierauf hat Wahlenberg mit besonderem Interesse geachtet. Die Tannenwälder der Schweiz sind nämlich die charakterisirenden Begleiter der subalpinischen Zone; mit ihnen treten auch die ersten Alpenpflanzen auf, der Kornbau kann nicht mehr getrieben werden, und mit ihnen

sind (abgesehen von einzelnen Ausnahmen) auch die festen Winterwohnungen verschwunden. Hier ist es, wo sich stets Alpenwirthschaft und Landbau zu scheiden pflegen.

In den Gebirgen von Lappland dagegen zeigen sich alle diese Verhältnisse gerade entgegengesetzt, denn dort verschwinden erst die Alpenpflanzen, wenn die Tannenwälder eintreten, und in den Tannenwäldern allein gerade wird noch einträglicher Kornbau getrieben, und über sie hinaus gehen nur noch ausnahmsweise feste Winterwohnungen. Es ist also das Eintreten der Tannenwälder genau mit denselben Erscheinungen in Lappland verbunden, welche in den Schweizergebirgen den unter der Tanne erst hervortretenden Buchenwäldern zukommen, und man kann daher geradezu sagen, dafs beide Bäume ihre Rolle auf eine eigenthümliche Art gegen einander vertauschen.

Die Buche ist, wie wir gesehen haben, zwar auch im südlichen Theile von Skandinavien noch vorhanden, doch sind ihre Verhältnisse dort sehr von jenen verschieden, unter welchen sie weiter südlich wieder auftritt. In den Schweizeralpen reicht die Buchengrenze noch weit, ja fast 1000 F. über die Eichen und über die mit ihnen zurückbleibenden letzten Fruchtbäume (Aepfel und Kirschen) hinaus. In Skandinavien aber gehen die Eichen, und mit ihnen die letzten Fruchtgärten oft noch um 3 bis 4, ja selbst 5 Breitengrade weit über die Buchengrenze hinaus; und die Gegend, wo die Buche schon aufhört, ist im Norden fast der Polargrenze der Wallnufsbäume zu parallelisiren, d. h. der Linie, wo in der Schweiz eigentlich die Buchenzone erst eintritt, wo die Wälder, welche sie bilden, nun den höchsten Grad ihres Gedeihens zu erreichen erst anfangen.

Gewifs ist diefs ein merkwürdiger Beweis, wie sehr die Entwickelung einzelner Pflanzen noch von anderen sehr speziellen Verhältnissen abhängt, als von den all-

gemeinen Temperatur-Unterschieden, Feuchtigkeits- und Luftdrucks-Verhältnissen, und es stellt sich dieser Umstand auf eine eigenthümliche Weise der Erscheinung entgegen, dafs es Pflanzen giebt, welche unter allen möglichen Veränderungen dieser Bedingungen gleichartig zu existiren und ihren Entwicklungs-Cyklus zu vollenden vermögen.

Wir kennen bis jetzt noch wohl in der Pflanzengeographie keine Thatsache, welche sich an Vollkommenheit und Leichtigkeit in die Augen zu fallen, mit der eben erwähnten, für den Charakter der Vegetation so überaus wichtigen Anomalie könnte vergleichen lassen. Denn wenn wir die Buche aus der Reihe der die Schweiz charakterisirenden Waldbäume ganz weglassen, so ist es merkwürdig, wie die meisten anderen Bäume in ihrem Aufeinanderfolgen sich nun ganz nach derselben Ordnung, wie im Norden, zu richten pflegen. Die Eichen, die Fruchtbäume, die Haselnüsse, die Linden, die Ulmen beobachten in der Schweiz ganz dieselbe Reihenfolge wie in Schweden und Norwegen. Andere dagegen zeigen nun auch nächst der Buche noch merkwürdige Verschiedenheiten. So geht die Birke in der Schweiz höchstens nur so weit an den Bergen aufwärts, als der Kirschbaum, und verschwindet daher schon nahe jenseits der Eiche; die deutsche Eller (*A. glutinosa*) aber geht gar kaum weiter als die Wallnufsgrenze, während die nordische nicht über die Buchengrenze hinaufgeht. Ueberhaupt aber zeigen sich Birken, Espen und Ellern, welches doch die eigentlich vorherrschenden Repräsentanten nordischer Laubbäume sind, in den Schweizer-Alpen so sparsam und so kümmerlich entwickelt, dafs es sehr schwer ist, ihre wahren Grenzen zu bestimmen, und sie kommen deshalb bei der Beurtheilung des Charakters der Vegetations-Verhältnisse kaum in Betrachtung, während sie im Norden ein Hauptgegenstand derselben sind. Andere Pflanzen wieder,

welche in Lappland nur in den oberen Regionen gedeihen, zeigen sich in der Schweiz gerade in umgekehrten Verhältnissen. So die Zwergbirke, welche in den Schweizer-Alpen sehr selten, und dann nur in den Sümpfen tief eingeschlossener Thäler auftritt. Andere Pflanzen, welche in Lappland und in Schweden von den Bergen in die Ebene herabsteigen (wie *Salices*, *Empetrum* bis zur Wallnufsgrenze fast), bleiben in der Schweiz nur auf Standorte in hohen Bergen beschränkt; solche, die in der Schweiz tief herabsteigen, bleiben in Lappland nur auf den Bergen (*Saxifraga aizoides, oppositifolia, Pinguicula alpina, Alchemilla alpina*).

Von den Abhängen der lappländischen Alpen weiter fortschreitend nach Norden, sehen wir nun auch in der Ebene ganz allmälig dieselbe Reihenfolge von Vegetationsstufen hervortreten, wie wir sie aufsteigend in dem Gebirge bereits kennen gelernt haben. An der Meeresküste in Norwegen verschwinden die Tannenwälder mit dem Wendepunkte des Vorgebirges von Kunnen, an den Grenzen der Provinz Helgeland gegen Normarken unterm 67sten Breitengrade, tiefer im Innern des Landes aber zwischen Torneå und Alten gehen die Tannen noch um etwas mehr als einen vollen Breitengrad weiter, über Muonioniska in etwa 68° 20′. Denn hier tritt nun endlich der Fall ein, dafs unter den Einflüssen des See-Klima's auch die Sommer schon für das Gedeihen der Waldbäume zu schlecht werden, während im Innern der harte Winter sie noch nicht aufreibt. Es meiden daher auch die Wälder nun die äufseren Ränder der Küste, und verkriechen sich vielmehr tief in das Innerste der Fiorde, wo sie dem Einflusse des See-Klima's nicht mehr ausgesetzt sind, wo heifse klare Sommer kalten Wintern folgen, während draufsen kalter schauriger Nebel herrscht, und nur selten im ganzen Jahre die Sonne hinter den Wolken hervortritt.

Wei-

Weiter nordwärts herrschen nun ferner an der Basis der Berge die Kiefernwälder, und sie zeigen sich selbst noch unter 70° Br. ungemein schön bei Alten, wo auch der nördlichste Kornbau getrieben wird. Dort gehen die Kiefern sogar bis zu 800 Fufs an den Bergen in die Höhe, ja sie werden in der Tiefe bei Alten noch 50 bis 60 Fufs hoch; Tannen aber kommen in diesem sonst so günstig gelegenen Fiorde nicht mehr vor, wie L. von Buch ausdrücklich (Reise II, p. 11) bemerkt. Die Birken darüber verschwinden erst bei 1500 F. gänzlich, doch schon sehr wenig weiter nördlich, bei Talvig, sind die Kiefern vereinzelte Fremdlinge, und verschwinden nun ganz von der Oberfläche, lieblichen Birkenwäldern Platz machend, deren Anmuth und scheinbarer Reichthum in diesen Gegenden überrascht. So bleibt es nordwärts bis zu den Felsenvorsprüngen des Nordkap auf Mager-Oe in 71° 10′, wo die Birke unter Nebeln und Stürmen als ein Strauch noch bis 400 F. Höhe gedeiht, und wo mit ihr die Zwergbirke, die Eberesche, der Wachholder, einige *Salices* als kriechende Sträucher, die Vaccinien noch aushalten. Die Schneegrenze liegt über den Felsen dieser äufsersten Nordspitze von Europa, höchstwahrscheinlich noch in 2000 F. Meereshöhe, und sie trifft erst in Spitzbergen unter 80° mit der Erdoberfläche zusammen.

So wie auf Mager-Oe ungefähr, so gestaltet sich auch auf Island der Charakter der Vegetations-Verhältnisse, ohnerachtet diese Insel in etwa 64 bis 66° Br. liegt; man kennt dort von baumartigen Gewächsen nur noch die schwach und niedrig gedeihende Birke und die Erberesche. Getreidebau wird nicht mehr getrieben. Dagegen gedeiht noch die von den Engländern eingeführte Kartoffel, wiewohl schlecht, und man baut einige Rüben- und Kohlarten.

Von Spitzbergen kennen wir bis jetzt durch den

Eifer von Scoresby ein Verzeichnifs von 15 phanerogamischen Pflanzen, unter welchen sich als kriechende Sträucher noch *Salix polaris*, *Andromeda tetragona* und *Dryas octopetala* befinden. Sie tragen sämmtlich den Charakter von Gewächsen der Alpenregion, *Saxifraga*, *Cerastium*, *Ranunculus*, *Draba alpina*, *Pedicularis* u. s. w. Aufserdem eine Reihe Kryptogamen, Moose und Flechten, 28 Arten.

So ist im Wesentlichen auch der Charakter der Vegetation an den Küsten der Baffinsbay, in Grönland u. s. w., wie wir ihn aus Kapt. Rofs Sammlungen und von Scoresby kennen gelernt haben. Als die Engländer unter Führung des Kapt. Parry sich fast ein Jahr lang auf Melville's Insel unter 75° Br. aufhielten, sammelten sie sorgfältig die Flora dieser Insel, und sie fanden dort noch 67 Phanerogamen, welche von Rob. Brown sorgfältig beschrieben wurden. Es war darunter auch noch eine *Salix arctica*, *Dryas integrifolia*, und sogar der auch in der Schweiz und in Lappland wachsende *Astragalus alpinus;* besonders häufig aber waren die *Cruciferae* (*Draba Cochlearia* u. s. w.), worunter ein neues Genus *Parrya* (*P. arctica*), die *Saxifragae* (9 Arten) und vorzüglich viel Gräser, *Juncus*, *Carex* und *Gramineae*, zusammen 19 Arten. Kryptogamen fand man zusammen 48 Arten.

Einen sehr schätzbaren Aufschlufs über die Vegetation von dem Innern des arktischen Amerika haben wir durch Dr. Richardson, den Begleiter von Franklin auf seinen drei Reisen, erhalten. Er sammelte auf dem Wege von der Hudsonsbay bis zum Polar-Ocean 410 Phanerogamen, und wir erfahren durch ihn, dafs die Baumgrenze im Innern des Landes bis nahe an die Mündung des Kupferminenflusses unter 66 bis 67° Br. geht. Es ist eine *Pinus* (*P. alba*), die noch bis 20 F.

hoch wächst, und die einzige ist, deren die Esquimaux in ihrem frischen Wachsthume habhaft werden können, und deren sie sich zur Verfertigung schöner straffer Bogen, zum Zimmern der Kähne u. s. w. bedienen. Bis nahe zu dieser Grenze wachsen in Nordamerika noch vier andere *Pinus*-Arten (*P. nigra*, *balsamea*, *Banksiana* und *microcarpa*). Auch finden sich weit nordwärts noch zwei Arten von Birken (*Betula papyracea* und *glandulosa*), unsere deutsche Eller (die nordische nicht), ferner eine der Espe ähnliche Pappel (*Populus trepida*), und merkwürdig ist die bis an den Sklavensee 62 bis 63° Br. gehende Balsam-Pappel (*P. balsamifera*), welche die gröfsesten Stämme bildet, und aus welcher nach dem Zeugnisse von Rofs die Mehrzahl alles Treibholzes besteht, welches der arktische Ocean in diesen Gegenden auswirft. Es findet sich hier auch ein eigener *Sorbus* (*S. americana*), *Prunus virginiana*, *Juniperus communis*, *Rubus Chamaemorus* etc. Kryptogamen wurden gleichzeitig 253 gesammelt *).

Von den Thälern.

Im ganz allgemeinsten Sinne des Wortes versteht man unter dem Namen der Thäler die Vertiefungen der festen Erdoberfläche, von welchen aus die Berge als solche erkannt werden. Sie sind die durch verschiedenartige Ursachen hervorgebrachten Einfurchungen des Bodens, welche theils die gröfseren Gebirgsmassen von einander scheiden, theils zwischen die einzelnen Verzweigungen derselben eindringen, und in untergeordneten Theilungen ihre Abhänge zerschneiden. Durch ihren

*) Robert Brown's vermischte botanische Schriften, übers von Nees von Esenbeck, Bd. I. Leipz. 1825.

Lauf werden die Gebirge im Grofsen und Ganzen, so wie auch die Berge im Einzelnen begrenzt, und in ihren Tiefen treten die geschiedenen Massen derselben, immer mehr ihren Charakter aufgebend, zusammen. Es ist daher die Betrachtung dieser Oberflächen-Erscheinung mit der der Berge von gleicher Wichtigkeit; denn beide, Berge und Thäler, hängen in der Entfaltung ihrer Charaktere gegenseitig von einander ab, und um das Bild von der Gestalt eines Landes in geographischem Sinne vollständig aufzufassen, ist es nöthig, der Gestalt und Vertheilung der Thäler ganz dieselbe Aufmerksamkeit, wie der Form, Lage und Erhebung der Berge zu widmen. Wir werden hier in der Betrachtung dieses Verhältnisses um so kürzer seyn können, als eine Menge der in Rede stehenden Erscheinungen bereits unmittelbar aus dem weiter oben über die Berge Besprochenen hervorgeht.

Ganz im Allgemeinen pflegt man für die anschauliche Darstellung der Gestalt eines Landes und bei der rein geographischen Betrachtung, die Thäler unter der Benennung von Haupt-Thälern und Neben-Thälern in zwei grofse Klassen zu bringen. Man belegt mit dem Namen der Haupt-Thäler dann solche, welche gröfsere Gebirgsmassen von einander scheiden, und welche daher gewöhnlich im Grofsen und Ganzen den Rändern, also auch den Hauptkämmen der Gebirge parallel gehen; zuweilen aber auch freilich dieselben leicht quer gegen ihre Richtung durchschneiden. Im letzteren Fall unterscheidet man unter ihnen dann gewöhnlich noch Haupt-Thäler erster, zweiter, dritter Ordnung, je nachdem wirklich gröfsere Gebirgsmassen von wesentlich verschiedenem Charakter oder nur einzelne Kettensysteme gröfserer Ganzen, von erster, zweiter Ordnung, d. h. von gröfserer oder geringerer Ausdehnung und Bedeutung für das Ganze, durch dieselben geschieden werden.

So würde z. B., um bei bekannteren Beispielen stehen zu bleiben, das Donauthal in unserem Vaterlande recht eigentlich ein Hauptthal erster Ordnung seyn, denn es scheidet in seinem oberen Theile die so wesentlich in ihren ganzen Ausbildungs-Verhältnissen von einander verschiedenen gröfseren Gebirgsmassen der Alpen und des Jura; weiterhin werden dadurch im Grofsen und Ganzen die so wesentlich von einander verschiedenen Gebirgsmassen des baierischen und Böhmer-Waldes von der östlichen Fortsetzung der Alpen in Oesterreich, und endlich noch die eigenthümliche Gebirgsmasse der Karpaten, von den im Süden auslaufenden Theilen der Alpen (den Gebirgen von Kroatien, Servien, Bosnien u. s. w.) geschieden. So ist in Frankreich das Thal der Garonne ein Hauptthal erster Ordnung, indem es dort das für sich stehende System der Pyrenäen von den übrigen minder bedeutenden und in ihrer Ausbildung ganz von ihm abweichenden Gebirgen des südlichen Frankreich abschneidet; so in Italien das Po-Thal, welches die Alpen von den Apenninen durch eine weit ausgedehnte Vertiefung trennt. In Amerika, dessen Gebirgssystem wir bereits in seinen Hauptgrundzügen betrachtet haben, treten als Hauptthäler erster Ordnung die Thäler aller gigantischen, dort genannten Stromsysteme hervor, so das Thal des Missuri und des Missisippi, welches die Gebirgsmasse der Alleghani's von den Rocky Mountains entfernt hält, so das Thal des Orinoco, welches die Gebirgsgruppe von Parime vollkommen an mehreren Seiten umgrenzt, das des Amazonen-Stromes, welches die Gruppe von Parime von der Gebirgsmasse Brasiliens trennt, das des Rio de la Plata und seiner Haupt-Zuflüsse (das Paraguay, Uraguay und Parana), welches die Gebirgsgruppe Brasiliens von der südlichen Andeskette entfernt hält.

Dagegen erscheinen uns als Hauptthäler zweiter Ordnung u. a. die noch so sehr ansehnlichen Thäler

des Magdalenen-Stromes, welches zwei grofse Ketten-Systeme eines grofsen Gebirgsganzen, die nach der Küstenkette von Venezuela fortsetzenden Andes, und die Andes von Quindiù, von einander scheidet, eben so das Hauptthal des Rio Cauca zwischen der Kette von Quindiù und der von Choco, so in Nordamerika das Thal des Hudson-Flusses und des Lake Champlain, welches die Alleghani's in eine nördliche und südliche Hälfte zerschneidet. In Europa gehören zu den Hauptthälern der zweiten Ordnung sehr deutlich z. B. das obere Rhone-Thal, welches in seinen obersten Theilen das grofse Kettensystem des Berner Oberlandes von jenem des Wallis scheidet, so ferner weiter unten, wo es unterhalb Genf quer durch die Gebirgskette des Jura hindurchsetzt, und denselben in eine nordöstliche und in eine südwestliche Hälfte trennt. Tiefer unten, in Verbindung mit dem Saone-Thal, tritt es in die Rolle eines Hauptthales erster Ordnung, indem es die Alpen von den Cevennen und den vulkanischen Distrikten des südlichen Frankreich scheidet, welche einen völlig von einander verschiedenen Charakter tragen. Eben so ist ein Hauptthal zweiter Ordnung merkwürdigerweise in allen seinen Theilen das grofse Rheinthal, denn in seinen oberen Theilen trennt es, wie die Rhone im Wallis, so hier in Graubündten nur einige untergeordnete Ketten-Systeme der Alpen u. s. w.; es scheidet hier u. a. die Kette des Dödi, der Clariden, des Hausstockes u. s. w. von dem südlich liegenden Lukmanier, Valser Berg, Piz Beverin u. s. w., und ebenso diese von der Kette des Bernhardin, Splügen, Monte Saretta u. s. w. Wo aber der Rhein aus den Alpen getreten ist, da durchschneidet er nun bei Schaffhausen, Waldshut u. s. w. die Kette des Jura in zwei Theile, sein weites Thal trennt weiter nördlich den Schwarzwald und die Vogesen, welche zu einem und demselben grofsen Kettensysteme gehören, und in

ihrer Bildung die gröfseste Aehnlichkeit haben. Weiter unten endlich durchschneidet dieses Thal noch in seiner langen Fortsetzung von Bingen bis gegen Bonn hin, das niederrheinische Schiefergebirge, und indem es hier eine Masse in zwei Theile sondert, welche wesentlich nur ein zusammengehöriges grofses Gebirge bildet, haben die Scheidungen dieses grofsen Hauptthales auch hier nur einen sekundären Charakter. Eben so ist der Charakter des grofsen Innthales (nordwärts: Kette des Septimer, Julier, Albula, Scaletta; südwärts: Bernina, Wormser- und Stilfser-Joch u. s. w.), so der der Drau, Sau, der Mur und der grofsen Flufsthäler Norddeutschlands, der Weser, welche in ihren oberen Theilen den Thüringer Wald und die Rhön scheidet, und sich später immer in einem und demselben grofsen Ketten-Systeme hält, der Elbe, welche das Erzgebirge zerschneidet; nur das Thal der Oder macht eine Ausnahme, indem sie in ihren oberen Theilen die Karpaten von den Sudeten trennt, und später an dem Nordrande der letzteren bis nördlich vom Riesengebirge sich hinzieht. Doch diese Beispiele mögen genügen.

Unter dem Namen der Nebenthäler dagegen versteht man gemeinhin solche, welche in die Hauptthäler ausmünden, und daher aus dem Innern der Gebirge sich öffnend, nicht füglich ihrem Hauptkamme parallel gehen, sondern mehr oder minder rechtwinklig immer von demselben herabkommen. So sind denn solche deutliche Nebenthäler für das Rheinthal das der Reufs, das der Aar und der Limmat, weiter unten das des Neckar, des Mains, der Mosel, der Lahn u. s. w. Eben so haben die Donau, die Rhone, der Po u. s. w. ihre grofsen Nebenthäler. Leicht wird man an diesen Nebenthälern erster Ordnung die der zweiten und dritten Ordnung auffinden, welche die Oberfläche des Festlandes mit einem regelmäfsig verzweigten Ader-Netze von

Durchfurchungen überziehen, ja es werden sich diese beim Anblick einer Karte von Ländern sehr leicht ganz von selber ergeben.

So nützlich und erfolgreich nun übrigens diese Hauptunterscheidung der Thäler beim Anblicke der Karten auch seyn mag, um sich daraus mit Leichtigkeit eine ganz rein geographische Uebersicht von den wesentlichsten Haupt-Verhältnissen ihrer Form abzuleiten, so ist doch keinesweges zu leugnen, dafs diese Eintheilung nur auf Ergebnisse des ersten oberflächlichen Anscheines, und keinesweges auf wissenschaftliche Grundsätze, auf in der Natur unabänderlich begründete Verhältnisse, gebaut ist. Es kann sehr oft etwas durchaus Relatives darin liegen, ein Thal als ein Nebenthal oder als ein Hauptthal zu betrachten, und diesen Fall zeigt uns z. B. schon das Inn-, Drau- und Sau-Thal, welche ja doch im Allgemeinen nur wieder Nebenthäler der Donau sind. Einzelne im Ganzen unzweifelhafte Hauptthäler erster Ordnung durchschneiden wieder stellenweise ganz entschieden zusammengehörige Gebirgsmassen, wie es z. B. bei der Donau mit einem Stücke des baierschen Waldes bei Passau, mit dem Ende der Karpaten bei Prefsburg der Fall ist. Es kommt ferner, wie wir hier nur vorläufig bemerken, der Fall vor, dafs ein und dasselbe Thal in seinem Fortsetzen nach einander von verschiedenen Flüssen eingenommen wird, und ebenso dafs ein und derselbe Flufs sich nicht in seinem ganzen Laufe stets in demselben Thale hält, sondern dafs er aus einem ins andere überspringend, oft streckenweise mehrere gar nicht zusammengehörige Thäler ausfüllt, und für solche von Flüssen unabhängige Thalzüge haben wir gar keine in der gewöhnlichen geographischen Anschauung vorkommende Bezeichnung.

Wenn wir daher nach wissenschaftlichen Grundlagen forschen, auf welche gestützt sich die verschiedenen Arten der Thäler folgerecht unterscheiden lassen, so fin-

den sich dieselben am passendsten in der inneren Struktur der Gebirge, welche wir zu Rathe zu ziehen gewöhnt sind, wenn wir über den wahren Zusammenhang zweier Gebirgsmassen entscheiden wollen, die uns als zusammengehörig oder als äufserlich getrennte Massen erscheinen. Schon weiter oben ist angeführt, dafs mit der Hauptrichtung und Verzweigung der Gebirgsketten und einzelner Bergreihen auch die innere Richtung der Schichten, das Streichen derselben und der Haupt-Auflagerungsflächen der verschiedenen Gesteinarten übereinstimmt, welche dieselben zusammensetzen. Es mufs daher auch für die Richtung der Vertiefungen (Durchfurchungen) des Bodens von erheblicher Bedeutung seyn, zu beachten, ob dieselben ebenfalls mit der Streichungslinie der Schichten, wie der Gebirgsarten, übereinstimmen, und da diefs, wie sehr leicht zu beobachten, nicht immer der Fall ist, so erhalten wir sogleich zwei deutlich verschiedene Arten von Thälern, welche von dem Laufe der Flüsse sowohl, als von der mehr generellen oder speziellen Ueberschauung eines Gebirgslandes ganz unabhängig sind. Wir finden nämlich:

1) Solche Thäler, welche der Richtung nach mit der Streichungslinie der Schichten und mit den Auflagerungsflächen der Gebirgsarten übereinstimmen, oder Längenthäler.

2) Solche Thäler, deren Richtung mit der Streichungslinie der Schichten nicht übereinstimmt, sondern, welche diese Linien unter mehr oder minder scharfem Winkel durchschneiden, und den natürlichen Zusammenhang der Schichten zerreifsen, oder Querthäler.

Dieser überall so deutlich auftretende Unterschied zwischen Längen- und Querthäler ist dem oben gemachten weit vorzuziehen, nicht nur weil er überall selbst mit Leichtigkeit aus Beobachtungen von, in der Natur vorkommenden Verhältnissen wieder erkannt werden kann, unabhängig von jeder nur relativ wichtigen Ne-

ben-Bedingung, sondern vor Allem, weil, wie man sehr leicht übersieht, dergleichen Thäler, welche den Schichten parallel gehen, auf eine ganz andere Weise gebildet seyn müssen, als solche, welche dieselben durchsetzen; denn während die einen durch dieselben grofsen Ursachen entstanden sind, welche den Gebirgsketten ihre Parallelrichtung gaben, konnten die andern durch die verschiedensten Zufälligkeiten erzeugt werden. Ueberdiefs zeigt sich die Verschiedenartigkeit der Entstehung auf's Entschiedenste verbunden mit einer sehr verschiedenartigen Gestalt. Näher wird diefs aus dem Folgenden erhellen.

1) Die Längenthäler, vorzüglich wenn sie im Zustande einer vollkommenen Ausbildung erscheinen, sind gewöhnlich weit offene Vertiefungen mit einer sanften und meist sehr gleichförmig vertheilten Neigung ihrer Grundfläche, und mit sanft gegen einander geneigten Abhängen. In Beziehung auf dieses letztere Verhältnifs, welches gewöhnlich da eintritt, wo die Längenthäler zwischen zwei entfernt von einander auftretenden, selbstständig sich hervorhebenden Parallelketten liegen, zeigen sich indefs mancherlei Abweichungen, welche entschieden von den Verhältnissen des Schichtengefüges zu dem Längenthale abhängen. So einfach nämlich das allgemeine Verhältnifs der Schichtenrichtung zu den Längenthälern auch scheint, so können doch darin drei überaus wesentliche Verschiedenheiten auftreten. Wir sehen nämlich:

a) Längenthäler, bei welchen die Schichten der beiden Thalwände dem Thalgrund zufallen, bei welchen daher dieser Thalgrund eine wahre Muldengestalt besitzt.

b) Längenthäler, bei welchen die Schichten beider Thalwände vom Thalgrunde abfallen, bei welchen daher beide Thalwände von den Schichtenköpfen gebildet werden, oder widersinnige Abhänge darstellen.

c) Längenthäler, bei welchen die Schichten der ei-

nen Thalwand dem Thalgrunde zu-, die der andern dagegen von ihm abfallen, bei welchen daher die eine Thalwand von den Schichtenflächen (gleichsinnig), die andere von den Schichtenköpfen (widersinnig) gebildet ist.

Diese drei Arten von Längenthälern tragen in Beziehung auf die Gestalt ihrer Abhänge einen sehr von einander verschiedenen Charakter. Bei denen der ersten Art, welche wir schicklich Muldenthäler nennen, werden beide Abhänge gleichförmig und meist sanft geneigt erscheinen, und nur für den Fall steiler Schichtenneigung werden sie steil seyn, aber doch immer mehr oder minder eine gleichförmig zusammenhängende Ebene bilden, falls nicht etwa spätere Unterbrechungen dieselbe zerstört haben sollten.

Die Längenthäler der zweiten Art, welche wir schicklich Spaltungs-Thäler nennen, da sie offenbar durch eine Störung oder gewaltsame Zerreifsung des urspünglichen Zusammenhanges entstanden sind, werden sich nicht nur durch Steilheit beider Thalwände auszeichnen, sondern da sie auf eine unregelmäfsige Weise gebildet wurden, werden beide Wände auch nicht leicht den Charakter einer gleichförmig geneigten Ebene tragen; es werden vielmehr an ihnen scharf hervorragende Theile oder nackte Felsenbänke, welche senkrecht abschneiden, mit zurücktretenden oder solchen Schichtenmassen wechseln, welche leichter zerstörbar als die andern eine Vernichtung ihres vormals gleichförmig steilen Abhanges erfahren haben.

Die Längenthäler der dritten Art, welche wir aus weiter unten sich ergebenden Gründen Scheidethäler zu nennen vorziehen, tragen in Beziehung auf ihre Abhänge einen aus beiden vorhergehenden Arten gemischten Charakter, denn die eine ihrer Wände stellt eine in gleichförmiger Ebene liegende, mehr oder minder sanft geneigte Fläche dar, die andere dagegen ist steil und ungleichförmig.

Von diesen so wesentlich verschiedenen drei Arten von Längenthälern giebt es zahlreiche Beispiele in der Natur, doch verdient wohl bemerkt zu werden, dafs insbesondere die Mulden- und die Scheidethäler im Grofsen am häufigsten vorkommen, da die Bedingungen, welche zu ihrer Entstehung dienen, besonders häufig eintreten. Seltener und entschieden mehr als eine nur unter besonderen Umständen auftretende Ausnahme zeigen sich die Spaltenthäler.

Ein sehr ausgezeichnetes Muldenthal ist z. B. das Thal der Weser in seinem oberen Theile gleich nach seinem Beginnen bei Münden, und von dort bis Karlshafen, wo es zwischen den regelmäfsig sanft gegen seine Tiefe abfallenden bunten Sandstein-Schichten des Rheinhardswaldes und des Bramwaldes sich durchzieht. Ein anderes sehr ausgezeichnetes Muldenthal von ganz charakteristischem Gepräge ist das Leine-Thal bei Göttingen, und von oberhalb dieses Ortes bis nach Eimbeck in einer Streck, ein welcher es fast geradlinig von Süden nach Norden läuft.

Häufiger sind noch die Scheidethäler, und sie haben unter den angeführten Umständen gewöhnlich die Eigenheit, dafs sie sich meist auf der Scheidung zweier übereinanderliegenden Gebirgsarten halten, unstreitig weil eine solche Stelle einen natürlichen Absatz in der Bildung der Oberfläche darbietet, in welchem sich ein solcher Thalgrund am leichtesten einfurchen und festsetzen konnte.

Zu dieser Klasse gehören fast ohne Ausnahme alle die gröfseren Längenthäler der Alpen. So ist z. B. das Rhone-Thal im Wallis von seinem Ursprunge an dem Rhonegletscher unter der Furka bis zu seiner plötzlichen fast rechtwinkligen Biegung bei Martinach im Allgemeinen ein solches Scheidethal; denn ihm in Süden parallel läuft die hohe Kette der Walliser Alpen (der Gries, Monte Leone, der Simplon, der Monte Rosa, das

Matterhorn oder Mont Cervin), welche sämmtlich aus sogenannten Urgebirgen, Granit, Gneis und Glimmerschiefer gebildet werden; in Norden aber ist die Kette des Berner Oberlandes (vom Grimsel, Schreckhorn, Finster-Aarhorn, der Jungfrau, Tschingelhorn, Gemmi u. s. w.) wesentlich vorwaltend aus Kalkstein gebildet, welcher regelmäfsig nach Nordwest fallend, auf die Schichten der alten Schiefer sich auflegt. Eben so ist das Innthal gebildet, welches in einem grofsen Theile seiner Erstreckung von Landeck und an Innsbruck vorüber, stets auf der Scheidung zwischen dem Urgebirge und den Kalkalpen fortläuft, bis es sich endlich bei Kufstein plötzlich wendet, und von dort gegen Rattenberg nun die Kalkalpen durchbrechend, aus dem Gebirge hervortritt. Ganz dasselbe wiederholt weiter unten das grofse Salzathal im sogenannten Pinzgau von seinem Ursprunge bis Werfen, wo es in Süden stets die hohe aus Urgebirge bestehende Kette der Salzburger Tauern u. s. w., in Norden stets die hohen Salzburger Kalkalpen mit der Kette des Watzmann neben sich fortlaufend besitzt. Eben so macht es das Etschthal im südlichen Tyrol, das der Drau u. s. w.

Ungemein schön zeigt sich diese Erscheinung auch an den bedeutenderen unserer norddeutschen Flüsse, so z. B. an der Weser zuerst auf der Strecke zwischen Karlshafen und Holzminden, wo das rechte Ufer stets sanft von den gleichsinnigen Schichten des bunten Sandsteines vom Sollinge gebildet wird, das linke aber von den steil aufsteigenden, ganz aus Schichtenköpfen bestehenden Abhängen der Muschelkalkberge des Fürstenthumes Paderborn, eine Erscheinung, welche ganz insbesondere bei Höxter sehr deutlich ist. Weiter unten kehrt an der Weser noch einmal dasselbe Verhalten unter nur wenig geänderten Umständen wieder; auf der Strecke nämlich von Hameln bis Vlotho ist ununterbrochen das linke Thalgehänge stets das gleichsinnige, dort sind es

die Berge der Grafschaft Schaumburg, des Fürstenthums Lippe etc., welche sich mit gleichförmigem Fallen ihrer Sandstein- und Mergel-Schichten gegen das Thal neigen; auf der Nordseite oder dem rechten Ufer dagegen treten die widersinnig einfallenden Schichtenköpfe des Jurakalksteins hervor, welche die Felsenstirne des Hohensteines, der Schaumburg, der Luhdener Klippe u. s. w. bilden, die jener Gegend einen so wohlbekannten, ausgezeichnet romantischen Charakter geben. Erst bei Vlotho wendet das Weserthal sich fast rechtwinklig, und von Süden nach Norden gehend, durchbricht es nun jene auf dem rechten Ufer liegende Jurakalkkette, aus welcher es nun mit der *Porta westphalica* bei Münden in die Ebene hervortritt.

Was nun endlich noch die Spaltenthäler betrifft, so kommen dieselben gewöhnlich nur in kleinem Maafsstabe, dann aber zuweilen auch sehr deutlich und schön vor. So gehört z. B. hieher in den Alpen das bekannte Klönthal im Kanton Glarus, welches zwischen den hohen Kalkalpenstöcken des Glärnisch- auf der Süd-, und der Brüsch- und Wiggis-Alp auf der Nordseite hindurchgeht, welche beide ihm ihre Schichtenköpfe zukehren. Sehr schön kommt derselbe Fall noch vielfältig an kleinen Seitenthälern in unserem norddeutschen Hügellande vor; so u. a. in dem Quadersandsteingebirge bei Halberstadt und Quedlinburg (Thalgrund von Quedlinburg nach Börnike), und an mehreren anderen Punkten jener Gegend. Das einzige gröfsere Beispiel eines als Spaltenthal gebildeten Längenthales ist das obere für sich bestehende Stück des Rheinthales zwischen Basel und Bingen bei Mainz; denn es läuft zwischen zwei Parallelketten, welche auf dem linken (französischen) Ufer die Vogesen und der Rükken der Hardt, auf dem rechten dagegen der Schwarzwald, der Odenwald und der Spessart bilden, und in

beiden Gebirgsreihen ist der Hauptschichtenfall von dem Rheinthale abwärts gerichtet, in beiden heben sich die älteren Gebirgsarten zunächst an dem Rheinthale heraus, und die jüngeren folgen aufgelagert auf der rechten Seite von dem Rheine gegen Schwaben, auf der linken von demselben gegen Lothringen. Es sind daher auch die steileren widersinnigen Abhänge beider Bergketten dem Rheinthale zugekehrt, und bilden seine Einfassung; doch macht diefs Verhältnifs wenig Eindruck, da die Grundfläche des Rheinthales sehr breit ist, und die begrenzenden Bergketten nicht hoch, auch vermöge der Natur ihrer Gebirgsarten an ihren steileren Abhängen nur wenig felsig sind.

Was die Querthäler betrifft, so unterscheiden sie sich durch manche sehr bemerkenswerthe Charaktere von den Längenthälern. Da sie immer zwischen den Schichten hindurchgehend, dieselben unter einem mehr oder minder rechten Winkel durchschneiden, so müssen sie stets als Lücken in dem ursprünglichen Zusammenhange derselben auftreten, und ihre Wände, welche von den Schichtenköpfen gebildet werden müssen, immer steil und voll unregelmäfsiger Felsenabstürze erscheinen. Diefs kann zwar auch bei Längenthälern, wenngleich, wie wir gesehen haben, nur selten und ausnahmsweise vorkommen, allein bei Querthälern gehört es auf eine ausgezeichnete Weise mit zu ihrem Charakter.

Aufserdem sind die Querthäler besonders ausgezeichnet durch die unregelmäfsige und oft wechselnde Gestalt ihrer Grundfläche, auf welche in neuester Zeit in Beziehung auf die Alpen namentlich Escher v. d. Linth aufmerksam gemacht hat. Während daher in den Längenthälern die auf ihrem Boden entlang ziehenden Flüsse meist sanft und der Hauptsache nach gleichförmig fortströmen, so tragen dagegen die Flüsse der Querthäler mehr oder minder den Charakter wilder Bergströme.

Alle die schönen grofsartigen Wasserfälle der Alpen, der Pyrenäen, der skandinavischen Gebirge u. s. w. liegen, so weit es genauer bekannt ist, in solchen Querthälern.

Uebrigens haben Escher und mit ihm auch Ebel bemerkt, dafs in diesen Unregelmäfsigkeiten der Grundfläche der Querthäler dennoch im Allgemeinen sich eine gewisse Gesetzmäfsigkeit zeige, welche besonders in den Alpen ungemein deutlich und grofsartig hervortritt. Es erfolgen nämlich im Grofsen und Ganzen diese Unregelmäfsigkeiten der Grundfläche stets stufenförmig. Eine längere Strecke weit läuft der Boden des Thales fast wagerecht, dann aber stürzt er vielleicht auf gleiche Länge mit starkem Gefälle und in mehrfach wiederholten, mehr oder minder steilen Absätzen in die Tiefe. Diese Erscheinung hat begreiflich auf den Charakter der Bergströme, welche in den Querthälern fliefsen, eine sehr auffallende und ausgezeichnete Wirkung; eine längere Strecke so sanft und so unsicher fortschleichend, dafs sie den Boden versumpfen, und durch Dämme in ihren Betten gehalten werden müssen, stürzen sie dann plötzlich in zahlreichen Kaskaden schäumend nieder, bis sie aufs Neue wieder einen beruhigten, fast wagerechten Lauf annehmen u. s. w. Dieses etagenweise Aufsteigen ist noch mit einer anderen Eigenthümlichkeit verbunden: Es sind nämlich die nahe horizontalliegenden Strecken derselben stets mehr oder minder grofse Weitungen, in welchen die steilen Wände auf beiden Seiten sich von einander entfernend zurücktreten, aber in den steil geneigten Strecken des Thales treten die Wände stets näher an einander, und das Thal wird dann mehr oder minder stets zur deutlichen Querspalte.

Um diefs merkwürdige Verhältnifs an Beispielen zu erläutern, dürfen wir nur auf die zahlreichen deutlichen Querthäler der Alpen sehen, welche in dieser Beziehung am besten bekannt und beschrieben sind. Dort wechseln so häufig weit ausgedehnte und mit frischem Grün be-

deckte liebliche Thalflächen auf das Malerischste mit schauerlich engen Klüften, in welchen wüthende Bergströme donnernd herabstürzen, und es gehört diefs Verhältnifs zu den ausgezeichneteren Schönheiten, zu den ergreifendsten Kontrasten, welche in diesen Gebirgsländern bewundert werden. Nach den Angaben von Ebel haben die meisten solcher Querthäler drei, einige selbst fünf solcher sehr scharf bezeichneten Stufen, und die höchsten derselben beginnen oft schon in 7- bis 8000 Fufs über dem Meere hoch über den Grenzen konstanter Bewohnung.

So sehen wir dergleichen sehr schön u. a. in dem so viel besuchten Reufsthale. Von dem St. Gotthard-Hospiz bis ins Ursern-Thal fällt die Reufs zwischen engzusammentretenden Bergwänden in zahlreichen Stürzen etwa 1800 Fufs hoch. Dann schlängelt sie sich in der weit ausgedehnten Wiesenfläche des Ursern-Thales fast eine Stunde lang sanft fort auf fast wagerechter Grundfläche. Doch bald darauf schliefsen sich die Bergwände von Neuem wieder; sie bilden abwärts die enge Kluft, welche das Urnerloch theilweise umgeht, wo die Teufelsbrücke gesprengt ist, und hier stürzt sich die Reufs wieder bis Gestinen 1074 F. tief hinunter. Dann folgt wieder eine neue kurze Erweiterung, und von da an schiefst der Flufs wieder im engen Thale bis Amsteg auf einer dritten Stufe 1546 F. tief herab, bis zum Anfange der Wiesenfläche des Vierwaldstädter Sees, welcher die letzte unterste Thalweitung bildet.

Eben so verhält es sich auf der Südseite des Gotthardpasses mit dem Thale des Tessin, welcher allein auf der ersten Stufe vom Gotthard-Hospiz bis Airolo 2856 F. hoch herabstürzt. Dasselbe zeigt sehr deutlich das Aarthal, welches durch's Guttannen- und Ober-Hasli-Thal in die Weitung des Brienzer-Sees sich öffnet, und worüber Ebel viele Einzelheiten angiebt.

Ungemein schön ist dasselbe Verhältnifs in der Fort-

setzung der Alpen durch das Salzburgische von L. v. Buch beschrieben worden, wovon wir daher gern noch einige Worte hinzufügen. Dort erscheint nämlich das von uns bereits erwähnte obere Thal der Salza als ein weites schönes Längenthal parallel mehr von W. nach O. zwischen der Kette des Watzmann, in Norden und in Süden von der hohen Kette der Salzburger Tauern begrenzt, und es bildet in dieser Erstreckung das sogenannte Pinzgau. In dieses Längenthal aber münden von der südlichen Kette (der Tauern) fast rechtwinklig hinter einander eine zahlreiche Reihe von Querthälern, von Osten gegen Westen her gezählt das Gasteinerthal, das Rauriserthal, das Fuschthal, das Thal von Caprun u. s. w., und diese alle sind fast wunderbar genau ganz auf einerlei Weise gebildet. Mühsam nur drängen sich aus enger Gebirgsspalte die ihnen angehörigen Wildbäche, dort Achen genannt, hervor, um in die weite Fläche des Pinzgaues auszutreten. In dem Thale von Gastein, welches das besuchteste von allen ist, heifst diese untere Querspalte die Klam; sie ist eine dunkle enge Kluft, von fast senkrechten Wänden eines schwarzen Kalksteines eingefafst, und schäumend stürzt sich in ihr der Bach, von Fall zu Fall gleitend, etwa 500 F. herunter. Das Wasser füllt hier die ganze Breite der Kluft aus, der Weg läuft auf Brücken über dem Abgrunde schwebend fort, unter überhängenden und zum Theile künstlich ausgehölten Felsmassen. Nachdem man aber durch diese enggespaltene Thalschlucht aufwärts gelangt ist, tritt man plötzlich mit Erstaunen in die grofse weite Ebene, welche von Hof im Gastein ihren Namen trägt. Sie ist etwa 5 Stunden lang und fast eine Stunde breit, und sie schliefst sich endlich nach innen wieder, da wo das so viel besuchte Wildbad Gastein liegt. Dort treten die bis hieher von einander entfernt gebliebenen Bergwände wieder enger zusammen, ein brausender Wasserfall stürzt schäumend unmittelbar

hinter den Häusern des Bades herunter, und etwa 900 Fufs hoch steigt man von Neuem in einer Kluft auf, welche der Klam ganz vergleichbar nun in die weit offene Fläche von Böckstein führt, welche zwar minder grofs als die Fläche von Hof im Gastein, dennoch eine sehr deutliche ausgezeichnete Thalweitung bildet. Die ganze Scene endlich schliefst in Süden einer der Hauptgipfel der Tauernkette, der 8184 F. hohe Rathhaus-Berg, von dessen Abhängen die Quelle der Ach mehr als 1000 F. hoch herabstürzt.

So sind nun auch mehr oder minder alle die anderen Querthäler dieses schönen Gebirges gebildet, und eben so verhalten sich, wie aus den Schilderungen von Charpentier hervorgeht, die zahlreichen Querthäler der Pyrenäen-Kette. Dort bilden die weiter oben erwähnten Circus-Thäler, welche mit der Benennung von *oule* oder *houle* ausgezeichnet werden, oft sehr charakteristische Thalweitungen, und aus ihnen und zu ihnen stürzen die Wildbäche zuweilen in 6- bis 800 F. hohen Kaskaden herab.

Es ist also gewifs, dafs in diesem Verhältnisse der Querthäler etwas Gesetzmäfsiges liege, und diefs allein mufs uns das Hervorheben desselben schon bedeutungsvoll und wichtig erscheinen lassen; allein noch ein viel höheres Interesse erlangt dasselbe durch eine sehr nahe liegende allgemeine Betrachtung. Es zeigt sich nämlich, dafs die durch Spalten verbundenen Weitungen der Querthäler einst Becken von Seen waren. Man findet nämlich den Boden derselben oft bis zu unbekannter Tiefe nach einer allgemein übereinstimmenden Wahrnehmung stets gebildet oder aufgeschüttet von Sand und verrundeten Geschieben (Rollkieseln) in wagerechten Schichten, wie sie nur auf dem Boden einer grofsen stehenden Wassermasse vormals abgesetzt werden konnten. An den Seitenwänden mehrerer derselben (besonders in den Pyrenäen) sieht man hin und wieder noch die deutlichen

Spuren des hier stattgefundenen vormaligen hohen Wasserstandes; ja von vielen ist das Wasser heutzutage noch nicht ganz abgezogen, und dadurch entsteht das Phänomen der so häufig in den gröfseren Gebirgen vorkommenden Seen, welche so viel zur Verschönerung der Landschaft in den Hochgebirgsländern beitragen. So zählt Ebel in dem von ihm beschriebenen Theile der Alpen mehr denn 60 solcher noch erhaltenen Gebirgsseen, welche sämmtlich in den Erweiterungen oder weit offenen Lükken der Querthäler liegen. Viele derselben finden sich in einer Höhe von 5000 bis 7000 F. über dem Meere, und sind fast das ganze Jahr hindurch (7 bis 9 Monate lang) mit Eis und Schnee bedeckt. Es sind diefs jedoch die kleineren, meist eine Stunde, häufig sogar nur mehrere hundert Klafter lang und breit; die ansehnlichsten von allen nehmen meist immer die unterste, letzte Stufe der Querthäler ein. Als solche haben wir namentlich schon den Vierwaldstädter- und den Brienzer-See kennen gelernt; es gehören dahin u. a. auch der Genfer-See und der Boden-See, auf welche später noch ein Sturz, der Rhone bei Perte du Rhone und des Rheines bei Schaffhausen, folgt, und der Wasserspiegel derselben befindet sich in der Schweiz stets innerhalb der engen Grenzen von 1000 bis 1500 Fufs Höhe über dem Meere. An der Südseite der Alpen gehören hieher namentlich die grofsen Seebecken des Lago maggiore, L. di Como, di Lugano, di Garda, welche sämmtlich in einer Meereshöhe von nur etwa 500 bis 800 Fufs liegen, dafür aber auch zu keinen Wasserfällen mehr Anlafs geben.

An diesen sämmtlichen Seen ist nicht nur die Form der sie einfassenden steilen und oft 3000 bis 5000 F. hohen Felswände bemerkenswerth, welche ihren Küsten einen Charakter ganz eigenthümlicher Schönheit geben, sondern mehr noch die aufserordentliche Tiefe derselben, welche selbst die vieler ansehnlichen Meeres-

becken übertrifft. So fand Saussure den Genfer-See an seiner Steilküste bei La Meillerie 950 F. tief; der Boden-See soll einer neueren Messung zufolge an einigen Stellen bis 1200 Fufs Tiefe besitzen; der Traun-See im Salzkammergut soll unmittelbar unter der gegen 3000 F. hohen steilen Felswand des Traunsteines gegen 1800 F. Tiefe haben. Der letzteren Angabe wird indefs widersprochen. Der Haupmann Schmutz hat 1812 die Tiefe des Traun-Sees an mehr als 20 Stellen untersucht, und dessen gröfste Tiefe in der Seeenge zwischen Traunkirchen und Korbach auf 96 Klafter bestimmt. Dagegen ist die Ostsee zwischen den deutschen und skandinavischen Küsten nicht über 120 Fufs tief, und die Tiefe der Nordsee beträgt zwischen den norwegischen Küsten und den Shetlands-Inseln nirgend über 400 F. Diese Tiefe der Alpen-Seen ist in der That um so mehr zu bewundern, als eine grofse Menge von Sand, Schlamm und Geschieben alljährlich von den in sie einmündenden Flüssen seit Jahrtausenden in ihnen abgesetzt wird.

Betrachten wir diese merkwürdigen, eben beschriebenen Eigenschaften der Querthäler genauer, so erlangen sie einen hohen Grad von Wichtigkeit, weil wir dadurch einen tiefen Blick in die Entstehungsgeschichte derselben zu thun in den Stand gesetzt werden. Waren nämlich die grofsen Weitungen derselben einst Seebecken, so können die den Abfluſs derselben gestattenden Spalten in jener Periode theils noch nicht vorhanden gewesen seyn, oder doch grofsentheils wenigstens nicht ihre gegenwärtige Tiefe besessen haben; diese Weitungen also sind ältere Bildungen, und da sie gradezu Lükken in dem grofsen Schichtverbande bezeichnen, so ist die Ansicht am wahrscheinlichsten, dafs sie einst bei Erhebung der Bergketten durch das Einstürzen weniger gut unterstützter Theile derselben, also als wahre, freilich oft sehr grofsartige Erdfälle entstanden sind. Die

Verbindungsklüfte aber sind später, sey es durch Wassergewalt, sey es durch Erschütterungen oder gewaltsame Zerreifsungen, gebildet worden, und zwar ist sehr wahrscheinlich, dafs dieser Vorgang in den oberen höchsten Theilen des Gebirges seinen Anfang genommen habe. Denn wenn erst einmal durch irgend einen Zufall ein oberes Seebecken aufrifs, und in ein unteres ausmündete, so war dadurch gewissermafsen der Anfang, oder die erste Veranlassung zu einer ganzen Reihenfolge analoger Ereignisse gegeben, denn das zweite Seebecken ward durch die Aufnahme der Wassermasse des ersten übermäfsig gefüllt, und konnte nun leicht an der niedrigsten Stelle seiner Einfassung überfliefsen; es erfolgte ein Deichbruch, es ward der Anfang zu einer bleibenden Verbindungsspalte zwischen dem oberen und unteren Thalbekken eingenagt, und nun schwoll der dritte See doppelt an, und so weiter und weiter; ja es ist diefs ein Phänomen, welches sogar durch eine ganze Reihe von Thatsachen wahrscheinlich gemacht wird, auf welche wir sehr bald wieder zurückkommen werden.

Diese Ansicht ist aber nicht allein für die Bildungs- und die Entwickelungs-Geschichte der Querthäler von Wichtigkeit, sondern sie findet auch eine sehr befriedigende Anwendung auf die Ausbildungsweise und die Entwickelungs-Geschichte der Längenthäler. Es kommt nämlich bei Längenthälern wohl nie, oder doch gewifs nur sehr selten und im untergeordneten Sinne vor, dafs ein einziger solcher Thalgrund zwischen zwei parallelen Bergreihen aus dem Gebirge bis in das Meer fortsetzt, sondern es zeigt sich hier immer ein sehr eigenthümliches und mehr komplizirtes Verhältnifs. Wenn ein Längenthal eine mehr oder minder bedeutende Strecke weit zwischen zwei Parallelketten fortgelaufen ist, so erreicht es sehr häufig ein natürliches Ende dadurch, dafs entweder die gegenüberliegenden Abhänge nun wieder näher zusammentreten, oder eine dritte Kette oder ein verbin-

dender Damm sich zwischen die beiden bisher gesondert fortstreichenden Bergreihen legt. Dann ist das Längenthal natürlich geendigt und die in ihm zusammengeflossene Wassermasse würde des Abflusses entbehren, oder es müfste ein grofser stehender Spiegel derselben, ein Seebecken sich bilden, ohne Abflufs zu haben; doch solche Erscheinungen sind in der Natur sehr selten und kommen nur in untergeordneten Beispielen vor. Bei der in unserer gegenwärtigen Epoche der Ausbildung unserer Erdoberfläche vollendeten Thalbildung, hat die Natur sich in solchen Fällen meist durch eine Querspalte geholfen, durch welche dann eine der begleitenden Bergketten quer auf ihrer Streichungslinie zerrissen und den im Längenthale gespannt gewesenen Wässern nun der Abzug gestattet wurde. Auf diesem Wege gelangte natürlich das Gewässer eines inneren Längenthales aus dem Gebirge leicht in ein äufseres; hier fand es sich dann wieder in denselben Verhältnissen, eine Querspalte konnte auch dieses leicht mit einem weiter vorliegenden verbinden, und so bildete sich denn nun eine zusammenhängende Reihe von ursprünglich völlig von einander unabhängigen Längenthälern, welche durch quer in die Bergketten einschneidende Klüfte mit einander verbunden wurden. Diefs ist die charakteristische Gestalt der meisten unserer grofsen Flufsthäler, die nach einem sehr ähnlichen, wiewohl auch wesentlich verschiedenen Grundtypus gebildet sind, wie die meisten der ihrer Bedeutung nach, welche sie unter den Einfurchungen der Erdoberfläche einnehmen, nur sehr geringfügigen kleinen Querthäler.

Es ist in der That wohl sehr merkwürdig, mit wie aufserordentlicher Beständigkeit diese eben angedeutete Grundform der Thalbildung in allen Theilen der genauer gekannten Erdoberfläche wiederkehrt, und wie sie sich daher nicht nur in den gröfseren Gebirgen, sondern auch im niedrigen Hügellande und selbst noch in der berglosen Ebene deutlich und unverletzt überall wiederfindet.

In den Alpen bietet das so oft angeführte Rhonethal im Wallis ein ungemein deutliches Beispiel. Von der Furka bis nach Martinach ist dasselbe ein ganz unverletztes, schönes, weit offenes Längenthal. Dort tritt der Anfang der Ketten, welche weiter gegen SW. das Montblancgebirge bilden, mit der Querleiste des Col de Balme zwischen die Fortsetzungen der Ketten der Walliser Alpen und des Berner Oberlandes, das Längenthal ist zu Ende, und es war einst in dieser Ausdehnung ein ringsum hoch eingeschlossener weiter grofser Binnensee; davon sieht man noch ganz unzweifelhafte Spuren. Nachdem indefs die Wassermasse hier wahrscheinlich eine sehr lange Zeit hindurch aufgestaut gestanden hatte, da fand sie plötzlich auf ihrer Nordseite einen abführenden Ausweg. Die hohe Bergkette des Berner Oberlandes ist durchbrochen worden, der Flufs wendet sich bei Martinach nun rechtwinklich und durch die enggerissene Lücke zwischen der Dent de Midi und der Dent de Morcle, die Pforte des Wallis steht nun das obere Längenthal der Rhone mit der quer durch das grofse Längenthal zwischen Alpen und Jura eingestürzten weiten Lücke des Genfer-Sees in Verbindung. So ist es leicht, analoge Erscheinungen im Fortlaufe des Rhonethales noch weiterhin in mehrfacher Wiederholung nachzuweisen.

Eben so wie dem Rhonethale ergeht es auch in den Alpen dem grofsen Rheinthale. Der Hinterrhein nimmt ein von zwei Parallelketten begrenztes, weit offenes Längenthal ein, welches wir füglich, wenngleich es viel kleiner ist, doch in seiner Bildung dem Wallis vergleichen können, auf der Nordseite den Piz Val Rhein, den Valserberg und Löchliberg, auf der Südseite Moschelhorn, Splügen und Bernhardin. Es geht von Hinterrhein bis in die Gegend von Andeer, dort schliefst es sich, weil neue Gebirgsstöcke auf der Ostseite von Graubündten sich zwischen die bisher weit getrennten Parallelketten legen. Nun aber beginnt dann ein ausgezeichnetes Quer-

thal, eine Spalte, welche die nördliche dieser Ketten durchschneidet. Der Rhein findet durch die eng eingerissene Kluft von dem Schamser Thale, der Via mala u. s. w., welche so ausgezeichneten Spalten-Charakter tragen, seinen Ausweg. So befindet er sich in einem deutlichen Querthale bis in der Nähe von Reichenau, dort aber tritt er in ein neues ausgezeichnetes Längenthal wieder ein, welches der Vorderrhein einnimmt. Vom Badur-Berge beginnend, welcher es vom Ursern-Thal scheidet, streicht dasselbe an Reichenau, an der Nordseite den Crispalt, den Dödi, den Hausstock, vorüber, und geht nur wenig bis unterhalb Chur fort. Dort endet es und wird aufs Neue zum Querthal, indem es die nördliche Parallelkette durchbricht und zwischen dem Hochwang in Osten und Calanda in Westen hindurchsetzt. So behält es den Charakter des Querthales an dem bekannten Engpasse von Luziensteig vorüber, indem es zwischen die Alpenketten von St. Gallen, Appenzell, von Vor-Arlberg durchbricht, bis es in die untere weite Thalstufe des Bodensees ausmündet.

Ganz ähnlich ist das Verhältnifs des Innthales, denn es läuft als ein weit offenes Längenthal von Landeck bis an Innsbruck vorüber, stets zwischen zwei hohen Parallelketten fort, und es war einst in dieser Erstreckung ein grofses Seebecken; allein unterhalb Innsbruck bei Kuffstein ist dieses Längenthal zu Ende, der Inn wendet sich nordwärts, durchbricht die hohe Kalkalpenkette in dem spaltenartigen Querthale bei Rattenberg, und tritt nun zwischen den Eckpfeilern derselben bei Rosenheim in die Ebene hervor aus den Pforten Tyrols, wie die Rhone bei St. Maurice aus den Pforten des Wallis.

Eben so auch ergeht es dem von uns oben betrachteten Thale der Salzach; denn nachdem dasselbe im Pinzgau und weiter unterhalb ein so sehr schönes, weit offenes Längenthal gebildet hat, wird dasselbe in Osten etwas jenseits von Werfen durch dazwischen tretende

Bergketten plötzlich geschlossen. Der Flufs wendet sich rechtwinklich nach Norden, und in einer fast zwei Meilen langen, eng und scharf gerissenen Querspalte durchbricht nun die Salzach die hohe Kette des Watzmann, zwischen Werfen und Golling in dem sogenannten Engpasse von Lueg, um bei Salzburg endlich die durchschnittene Gebirgskette ganz zu verlassen.

Was wir nun übrigens so eben in den Alpen so schön sahen, das finden wir auch noch aufserhalb der Hochgebirge im niedrigen Hügellande ungemein deutlich und ausdrucksvoll wieder, und es mögen wenige Beispiele zur Erläuterung desselben Verhältnisses dienen.

An dem Rheinthale zeigt sich dasselbe Verhältnifs ungemein schön, nachdem es die Alpen und den Jura verlassen hat, und nun in die milderen Bergländer von Deutschland eintritt. Bei Basel unter einem rechten Winkel nach Norden sich wendend, fliefst der Rhein in einem sehr ausgezeichneten, bereits oben betrachteten Längenthale, zwischen den Vogesen, dem Schwarzwald u. s. w. Dieses Längenthal war einst ein See, ja ursprünglich sogar ein See von Salzwasser; davon zeigen sich überaus zahlreiche Beweise. Es endet in Norden bei Bingen dadurch, dafs sich der Südrand des rheinischen Schiefergebirges von W. nach O. streichend, einem Damme vergleichbar, quer vorlegt. Dieser Damm mufs sehr lange Zeit hindurch unzerbrochen gewesen seyn, denn die Wässer des Rhein-Sees haben eine grofse Zahl von Produkten ruhigen Absatzes gebildet. Endlich aber öffnete sich die Querspalte des noch jetzt so genannten Binger Loches, und sie rifs quer durch den Körper des ganzen rheinischen Schiefergebirges auf einer 12 Meilen langen Strecke von Bingen bis fast gegen Bonn hin, und der Rhein strömt nun hier in einem deutlich und schön ausgeprägten Querthale, welches den Gewässern des oberen Längenthales den Abflufs gestattet. Nur in der Gegend unterhalb Koblenz bei Ander-

nach ist dasselbe durch eine beckenartige Erweiterung unterbrochen, deren schöne Thalfläche wohl mit dem Namen des Neuwieder Beckens belegt wird.

So wie dem Rhein erging es auch den Thälern fast aller übrigen mehr oder minder bedeutenden Flüsse von Deutschland. Die Donau z. B. bildete einst zwischen den Alpen und dem Jura einen See, der einen grofsen Theil von Baiern bedeckte, und durch das Querthal zwischen Passau und Vilshofen seinen Ausweg fand, während tiefer abwärts bis zu dem eisernen Thor bei Orsova dasselbe Verhältnifs noch 2- bis 3mal wiederkehrt. Gleiches sehen wir an der Elbe; denn ein sehr grofser Theil von Böhmen war vormals ein See, bis die Kluft durch das Erzgebirge brach, und zwischen Tetschen und Königstein sich ein Querthal bildete, welches den Gewässern des oberen weiten Längenthales den Abfluſs gestattete. Eben so zeigt es die Weser, welche zuletzt noch in der sogenannten *Porta westphalica* eine Kette durchbricht, hinter welcher sie lange zuvor zwischen Hameln und Vlotho ein so ausgezeichnetes Längenthal gebildet hat. Auch an der Unstrut in Thüringen sehen wir sehr deutlich eine solche Erscheinung; sie bildet nördlich von Erfurt ein Längenthal und ein weit ausgedehntes Seebecken, und tritt zwischen den Eckpfeilern einer durchbrochenen Gebirgskette, zwischen der Hainleite und Schmücke, durch die so scharf bezeichnete Pforte der Sachsenburg bei Heldrungen aus, um dasselbe Verhältnifs weiter unten zwischen Wendelstein, Memmleben und Nebra, und bei Freiburg nun noch zweimal, wenngleich etwas weniger ausgezeichnet, deutlich wiederholen zu können. Ja bei aufmerksamer Verfolgung läfst sich's nachweisen, dafs selbst noch die in der aufgeschwemmten Ebene ausgefurchten Flufsthäler der Weichsel, Oder und Elbe, analoge Verhältnisse aufweisen.

In den Grundzügen dieser Schilderung der wesentlichsten äufseren Eigenschaften der Thäler, liegen wohl auch schon die fruchtbaren und leicht zu entwickelnden Keime einer Ansicht über die Ursachen ihrer vormaligen Entstehung verborgen; doch wird es wohl passend seyn, hier noch einige Worte über die bisher in dieser Beziehung herrschenden Vorstellungen dem Schlusse dieser Darstellung hinzuzufügen. Es ist eine sehr verbreitete und bis in die neuesten Zeiten wieder vorgetragene Ansicht, als seyen die Thäler ursprünglich durch die ausspülenden Wirkungen der Gewässer gebildet worden, welche noch jetzt in ihnen vorkommen. Diese Ansicht, welche bekanntlich einen sehr grofsen Einflufs auf die Darstellung von der Oberflächengestalt unserer Länder in Karten geübt hat, ist von vielen der ausgezeichnetesten Naturforscher des vorigen Jahrhunderts mit besonderer Vorliebe ergriffen und vertheidigt worden, vorzugsweise von Bourguet, Buffon, Pallas und Werner.

Insbesondere machte eine in dieser Beziehung von dem Ersten vorgetragene Beobachtung Aufsehen. Er glaubte nämlich bemerkt zu haben, dafs alle gröfseren Thalwände in ihrem Verlauf eine ausgezeichnet deutliche Uebereinstimmung zwischen aus- und einspringenden Winkeln haben, und er verglich diese daher mit den Windungen eines im aufgeschwemmten Lande in seiner Wiesenfläche sich fortergiefsenden Stromes. Buffon griff diese Vorstellung von der Uebereinstimmung der ein- und ausspringenden Winkel mit Enthusiasmus auf, und glaubte in ihr den Schlüssel der Theorie von der ursprünglichen Modellirung unserer Erdoberfläche zu finden. Aus dem hier Vorgetragenen über die Zusammensetzung der meisten Thäler aus einer Reihenfolge von Erweiterungen und Verengerungen geht indefs schon ganz entschieden hervor, dafs gerade das Gegentheil von dieser vermeintlichen Thatsache in der Natur wirklich stattfindet.

Saussure *) war der Erste, welcher geradezu die Behauptung aussprach, dafs die Bourguetsche Ansicht als unrichtig müsse verworfen werden, und dafs sie allein vielleicht nur auf die Thäler jüngster Bildung im aufgeschwemmten Lande passe; auch Pallas **) fand, dafs die Bourguetsche Regel in der That zur Erklärung der Bildung von den Thälern Sibiriens keine Anwendung finde.

Schon aus der bereits oben vorgetragenen Ansicht über die Entstehung der Gebirge durch Zerreifsung der Oberfläche und Erhebung der Bergketten geht hervor, dafs es eine grofse Zahl von Vertiefungen auf der Erdoberfläche gebe, welche nicht erst durch Wasserspülung entstanden, mit der Bildung der Berge nothwendig gleichzeitig oder von derselben auf irgend eine Weise abhängig sind; ja wir haben als solche geradezu schon die weit offenen Längenthäler, und auch selbst die Weitungen der Querthäler erkannt; es ist wohl nicht erst nöthig darauf aufmerksam zu machen, welchen endlosen Schwierigkeiten wir erliegen würden, wollten wir die Entstehung dieser Räume durch Wasserspülung annehmen. — Es bleiben also eigentlich nur noch die Querspalten übrig, auf welche wir diese Ansicht gegenwärtig noch anzuwenden versucht seyn könnten; da aber zeigt sich dann die sehr grofse Schwierigkeit, die Durchbrechung ganzer Bergketten, von mehreren tausend Fufs Höhe und oft vielen Meilen Breite, allein durch den Druck einer in einem oberen See gespannten Wassermasse zu erklären, da jetzt ja schon ein von Menschenhänden aufgeführter Deich oft grofse Wasserflächen in Spannung zu halten, und den Lauf (oder Andrang) der gewaltigsten Ströme zu hemmen vermag. So eine Vorstellung auf den Gollinger Pafs, auf die Pforte

*) Reise II, p. 289.

**) Neue nordische Beiträge I, 294.

des Wallis, auf den 12 Meilen langen Durchbruch des Rheines anwenden zu wollen, hiefse der Natur Gewalt anthun. Wohl aber können wir es mit sehr grofser Wahrscheinlichkeit uns denken, dafs das Wasser hoch angeschwollener Seebecken durch einen schon ursprünglich vorhandenen ersten Einschnitt in die Ränder seinen Ausweg genommen, und denselben beim Austreten tiefer eingenagt und ausgefressen habe. Eben so können die im Innern der Gebirge so häufigen natürlichen Absonderungen und Zerklüftungen der Gesteine, also eigentlich ursprünglich schon vorhandene Klüfte, von der Gewalt der Gewässer weiter abgenagt und spaltenartig ausgeschliffen worden seyn, und dafs diefs sogar wirklich einst stattgefunden haben müsse, davon finden wir sehr zahlreiche und erwünschte Beweise in den Bemerkungen zuverlässiger Beobachter.

So bemerkte L. v. Buch an den Felswänden des Engpasses von Golling reihenweise über einander bis zu mehr als 150 F. Höhe über dem gegenwärtigen Thalgrunde mehrere horizontal fortlaufende, 3 bis 4 Fufs weite Löcher in den Kalkstein gestofsen, wie sie die Salza noch heute bei ihren Windungen an ihr entgegenstehenden Felsenvorsprüngen bildet. In ähnlicher Weise beschreibt Saussure die Perte du Rhone bei Genf, wo die Rhone den Jura durchbricht, und unter andern einmal wohl 60 Schritt lang in einer kaum mehr als zwei Fufs breiten und daher gewifs aufserordentlich tiefen Spalte fliefst, und er sagt ausdrücklich, dafs lange anhaltenden Beobachtungen zufolge, diese Spalte durch die Wirkungen des Wassers beträchtlich sey ausgetieft worden, indem vormals der Flufs bei Anschwellungen noch bis $54\frac{1}{2}$ Fufs über seinen heutigen mittleren Stand gestiegen sey. Die natürliche Brücke, Pont d'Arc genannt, welche die Ardèche im Departement gleiches Namens bildet, zeigt sehr deutliche Beweise von dem Einschneiden des Wassers in Kalkfelsen. Etwas

Aehnliches sah ich selbst in Sicilien an den oberen Spaltenthälern des Anapo, nicht weit von Syrakus.

Es gehört ferner noch eine Erscheinung hieher, welche von Charpentier in den Pyrenäen beobachtet wurde, welche jedoch auch in den Alpen bekannt ist. Man bemerkt nämlich zuweilen in den Weitungen der Thäler Stellen, wo der Flufs auf beiden Seiten von 5- bis 600 Fufs und mehr hohen senkrechten Wänden eingefafst wird; auf dem oberen Rande derselben aber breiten sich dann fruchtbare Ebenen bis zur Basis der entfernten Hauptthalwände aus, und diese Ebenen liegen auf beiden Seiten in gleichem Niveau. Man hat daher wohl mit Recht diese Ebenen, welche oft die höchsten Gebirgsdörfer mit ihren umgebenden Aeckern tragen, als die Reste des älteren ursprünglichen Thalbodens angesehen, welcher später vom Wasser zerschnitten und bearbeitet wurde.

Eine andere noch hieher gehörige Erscheinung hat Ebel bemerkt, und sie hat sich seitdem vielfach bestätigt. Man bemerkt nämlich gar nicht selten, besonders an den Ausgängen der Thäler in den Alpen, mitten in der Thalfläche liegende, vereinzelt stehende Hügel von 200 bis 300 Fufs Höhe, welche der landschaftlichen Ansicht solcher Gegenden einen ganz eigenthümlichen Charakter geben. So sieht man dergleichen im Wallis zwischen Sitten und Leuk, im Rheinthale zwischen Chur und Reichenau, so auch bei Salzburg u. s. w. Die Masse dieser Hügel besteht aber aus horizontal geschichteten Anhäufungen von Alpenschutt und Geschieben, und meist haben sie auf der dem Laufe des Stromes zugewandten Seite steile abgerissene, auf der entgegengesetzten aber sanfte Abhänge. Es ist daher mehr als wahrscheinlich, dafs diefs die vereinzelt stehen gebliebenen Reste eines alten Thalbodens sind, welchen das Wasser später austiefte und mit sich forttrug.

Ganz ähnlich werden auch alle unsere norddeut-

schen Flüsse, bevor sie in die Ebene treten, von solchen horizontal geschichteten Schutthügeln begleitet, welche nur aus den oft sehr charakteristischen Geschieben bestehen, welche die Flüsse selbst mitbringen und die sich oft mehr als 100 F. hoch über das gegenwärtige Niveau ihres Spiegels erheben. Sehr ausgezeichnet fand ich Gelegenheit, diese Erscheinung an den Weserufern von Karlshafen bis zur *Porta westphalica* an vielen Stellen zu beobachten, eben so an der Diemel und an vielen kleineren Flüssen.

Eine von den Erscheinungen, welche zeigen, dafs die Spalten, durch welche Gewässer aus Thalweitungen entweichen, zuweilen schon fast in ihrer ganzen Gröfse müssen gebrochen gewesen seyn, bevor das Wasser in sie eintrat, ist das hin und wieder bemerkte Gabeln der Thäler. Denn zuweilen setzt ein Thalgrund noch weiter fort, als der Flufs in ihm, es scheint gar kein Hindernifs der Fortsetzung seines Laufes im Wege zu stehen, der Flufs aber zieht es vor, durch eine Seitenspalte zwischen hohen Bergketten zu entweichen, und in ein anderes Thal überzutreten. So thut es der Rhein u. a. an der berühmten Stelle bei Sargans; statt in dem weit offenen Thalgrunde fortzufliefsen, in welchem der Wallenstädter- und Zürcher-See liegen, entweicht er zur Seite durch die enge Felsenschlucht zwischen dem Schollberge und dem Fläscherberge, welche die hohe Kette des Rhätikon vom Balfries und den Kuhfirsten scheidet. Noch jetzt, nach vielleicht Jahrtausende langen Austiefungen dieser Spalte, trennt den Rhein von dem Wallenstädter-See nur eine etwa 20 Fufs über seinen gewöhnlichen Stand sich erhebende Schuttfläche. Schon oft hat man deshalb gefürchtet, dafs der Rhein etwa sein altes Bette einmal plötzlich bei Ueberschwemmungen wieder einnehmen könnte.

Ganz etwas Aehnliches begegnet merkwürdig genug auch

auch dem Weserthale, kurz bevor es die Kalksteinkette von Schaumburg in der Felsenenge der Porta durchbricht; es setzt nämlich sein Thalgrund nach einigen Krümmungen unterhalb Vlotho als ein weit offenes Längenthal zwischen zwei Parallelketten bis zur Ems fort.

Dem Flusse stand der Weg offen; doch er entwischte zur Seite gegen Norden durch die Porta, und in dem Längenthale haben sich jetzt zwei kleinere Flüsse eingebürgert, von welchen, der eine zur Weser, der andere durch die Haase zur Ems läuft, und deren Wasserscheide in weiter Schuttfläche nach meinen Messungen 88 Fufs über der Einmündung dieses Thales in die heutige Weser bei Rehme (166 Fufs über dem Meere) liegt. Es kann also die Felsenspalte der Porta nicht ursprünglich durch den Andrang der darauf drückenden Wässer gebildet worden seyn.

II.

Hydrographie.

Ein allgemeiner Blick auf die Gewässer der Erde lehrt an denselben sogleich eine zweifache Vertheilungsweise kennen. Bei weitem der gröfste Theil zeigt sich zusammenhängend, eine einzige grofse Masse bildend, welche mehr als zwei Drittel der ganzen Erdoberfläche bedeckt. Diesen nennen wir das Weltmeer oder das allgemeine Gewässer. Der andere Theil dagegen ist dem Lande untergeordnet, vertheilt über ihn in Gestalt von einzelnen Ansammlungen oder mannigfach in einander greifenden Verzweigungen. Diefs sind die Land-Gewässer.

Demgemäfs zerfällt auch die Hydrographie in zwei entsprechende Abschnitte, in die Lehre vom allgemeinen Gewässer, auch wohl Oceanologie genannt, und in die von den Land-Gewässern.

Es mag willkührlich erscheinen, welcher dieser Abschnitte zuerst zu behandeln sey. Einige werden es vielleicht vorziehen, von dem Allgemeinen zu dem Besonderen überzugehen, und dieser Weg ist auch nicht tadelhaft. Indefs wollen wir den umgekehrten wählen, da wir den früheren Abschnitt mit der Betrachtung der Thalbildung geschlossen haben, und es für diesen vom nächsten Interesse ist, die Erscheinungsweisen des flüssigen Elementes kennen zu lernen, welches sich in den Thälern bewegt, und so häufig als das Ursächliche derselben angesehen worden ist. Wir wenden uns daher zuvörderst zur Betrachtung der Gewässer des Landes.

Die Gewässer dieser Klasse sind zweierlei Art.

Die einen sind in steter Bewegung begriffen, beginnen vereinzelt als Quellen auf verhältnifsmäfsig hoch gelegenen Punkten des Landes, und treffen in gröfserer oder geringerer Entfernung von ihrem Ursprung, den Gesetzen der Schwere folgend, an tieferen Punkten zusammen. Bäche bildend, rinnen sie nun weiter in mannigfach gestalteten Verzweigungen, gleichsam die Adern höher organisirter Geschöpfe nachahmend, bis sie sich zu Flüssen oder Strömen vereinigen, welche das Land auf gröfseren Strecken durchschneiden, und sich zuletzt, wenigstens in der Regel, ins Meer ergiefsen. Diefs sind die fliefsenden Land-Gewässer.

Die zweite Art von Gewässern des Festlandes zeichnet sich mehr durch Ruhe oder eine mehr oder minder vollständige Abgeschlossenheit aus. Meistens an verhältnifsmäfsig tief gelegenen Punkten der Erdoberfläche vorkommend, und immer fast allseitig von höheren Ufern eingefafst, verweilen sie an ihrem Orte im Zustande eines mehr oder minder vollkommenen Gleichgewichts, also meist mit wagerechter Oberfläche, den Charakter der allgemeinen Gewässer nachahmend. Zwar findet auch bei diesen scheinbar ruhenden Wassersammlungen ein unaufhörlicher Wechsel ihrer Masse statt, indem sie theils von Flüssen durchschnitten und durch diese mit dem Meer verbunden werden, theils aber auch von ihrer Oberfläche ab fortwährend verdunsten, und diesen Verlust durch neuen Zufluſs von den Ufern her ersetzt bekommen; allein diese Verhältnisse sind ihnen nicht ausschliefsend eigen, keine wesentliche Eigenschaften ihres Charakters. Zu dieser Klasse gehören die Landseen und, nach Umständen, die Sümpfe, Moräste, Torfmoore, kurz die stehenden Land-Gewässer.

I. Von den fliefsenden Land-Gewässern.

Es bedarf hier wohl kaum der Erinnerung, welchen wichtigen, welchen belebenden Einflufs die fliefsenden

Gewässer auf den gesammten Haushalt der Natur an der Erdoberfläche ausüben. Das ganze Bestehen und die fortwährend erneute Entwicklung der gesammten Thier- und Pflanzenwelt, welcher das Land zum Wohnort angewiesen ist, ja selbst das Daseyn des Menschengeschlechts und die Möglichkeit, sich der ihm zu Theil gewordenen Fähigkeiten zur Veredelung seines rohen Naturzustandes zu bedienen, hängen so innig mit der Bewässerung des Landes zusammen, dafs wir bei jeder speciellen Betrachtung wieder darauf zurückgewiesen werden. Es wird daher von grofsem Interesse seyn, diese so einflufsreichen Erscheinungen von ihrem ersten Ursprunge an kennen lernen.

A. Von den Quellen.

Die ersten Anfänge des fliefsenden Wassers, die Theile desselben, welche freiwillig aus der Oberfläche des Landes hervortreten, und durch ihre spätere Verbindung Bäche und Flüsse bilden, werden Quellen genannt. Sie sollen der nächste Gegenstand unserer Betrachtung seyn.

Die Quellen führen auch die, freilich nicht immer von Mifsdeutungen freien Namen Springe und Brunnen. Unter Brunnen versteht man im engeren und gewöhnlichen Sinne meist nur diejenigen Quellen, welche nicht freiwillig aus der Erde treten, sondern durch Graben, Bohren und anderweitiges künstliches Eindringen in die Erdoberfläche gefunden werden. Diese Beschränkung hat indefs, wie sich später noch näher ergeben wird, keinen wissenschaftlichen Werth; denn es ist begreiflich etwas ganz Zufälliges, und daher für unseren Zweck sehr Gleichgültiges, dafs wir einer Quelle auf ihrem Wege zum Ausbruche an der Erdoberfläche durch eine künstliche Oeffnung zuvorkommen. Ueberdiefs hat der Name Brunnen im Munde des Volks keinesweges überall jenen eingeschränkten Sinn; denn Brunnen werden in mehreren Ländern auch die freiwillig austretenden Quellen

der Flüsse genannt. So spricht man an den betreffenden Orten von Saalbrunnen, Mainbrunnen, Elbbrunnen, Paderborn u. s. w., ja in anderer Bedeutung auch von Sauerbrunnen, Schwefelbrunnen, selbst von Springbrunnen u. s. w., ohne doch hiemit andere als freiwillig aus der Erde hervorbrechende Quellwässer zu meinen.

Die Quellen entspringen vorzugsweise an höher gelegenen Punkten, sind sogar in den höchsten Gegenden, in Gebirgsländern am häufigsten und wasserreichsten. Die nächste Frage bei ihnen ist wohl natürlich die: woher sie ihr Wasser beziehen.

Diese Frage hat zu allen Zeiten die Aufmerksamkeit der Naturforscher in Anspruch genommen, allein so schnell und einfach man sie auch bei einigen der ältesten von ihnen beantwortet findet, so ist sie doch häufig und bis in die neueste Zeit hinein immer von neuem aufgeworfen und die Veranlassung der abweichendsten Theorien geworden. Eine kurze Darstellung der bedeutendsten von diesen wird hier nicht unzweckmäfsig seyn.

Sehr begreiflich werden wir bei der Frage über die Herkunft der Quellwässer zunächst an Regen, Thau, Schnee, kurz an die grofse Masse wässriger Niederschläge erinnert, welche durch die Bewegungen und Erkältungen der Atmosphäre allen und vorzugsweise den höchsten Gegenden der Erdoberfläche so häufig zugeführt werden. Die Oberfläche des Meeres ist, wie wir wissen, unter der wärmenden Wirkung der Sonnenstrahlen einer fortwährenden Verdunstung ausgesetzt. Von ihr erhebt sich also unaufhörlich Wasser in Gestalt eines unsichtbaren Dampfes in die zunächst darüber liegenden Luftschichten, und diese, in der Regel eben so erwärmt wie das Meer, und aufserdem schwerer als der Wasserdampf, lassen denselben mit Leichtigkeit in die Höhe steigen. Bis zu einer gewissen Höhe gestiegen, gelangt der Dampf aber in kältere und lockere Luftschichten. Die niedrige

Temperatur zwingt ihn seine Gasform aufzugeben; er verwandelt sich in Dunst, und tritt nun in sichtbaren Bläschen zu Nebeln und Wolken zusammen. Diese bleiben wegen ihrer Leichtigkeit im Luftocean schwimmen, und den Winden preisgegeben, werden sie vom Orte ihrer Entstehung fortgeführt über die Kontinente hinweg, wo sie sich in Regengüssen, Hagel- und Schneefällen entladen, sobald die Bedingungen zur Bildung dieser Meteore da sind. Das Wasser, welches diese Entladungen der Wolken liefert, befeuchtet den Boden; ein Theil davon, der nicht schnell genug in denselben eindringen kann, kehrt durch Verdunstung in die Atmosphäre zurück, um denselben Kreislauf wieder zu beginnen, ein anderer dagegen zieht sich in die Klüfte und kleinen leeren Zwischenräume des Bodens, und sinkt tropfbar flüssig darin nieder, bis er auf eine Erd- oder Felsmasse trifft, welche ihm den Durchgang versagt; auf dieser Masse (oder in ihr) mufs nun das Wasser sich sammeln, es mufs auf der Oberfläche derselben fortfliefsen, bis es endlich Gelegenheit findet, irgendwo wieder (sey es steigend durch Gegendruck, sey es aus einem Thaleinschnitte, quer auf dem Fallen der undurchdrungenen Masse) wie aus einer Rinne fliefsend, hervorzutreten, als Quelle zu erscheinen.

Diese einfache Ansicht von der Entstehung der Quellen hat schon bei oberflächlicher Betrachtung so viel Wahrscheinlichkeit, dafs wir sie bereits seit den ältesten Zeiten, als man die Verhältnisse der Verdunstung und des Niederschlages in der Atmosphäre noch nicht kannte, deutlich vorgetragen finden. Wir sehen auch in der That, ohne Berechnungen darüber anzustellen, dafs die Menge des atmosphärischen Wassers, welches einen gewissen Landstrich befeuchtet, mit der Zahl und der Reichhaltigkeit der Quellen, welche aus ihm entspringen, in einem entschiedenen Zusammenhange steht; Landstriche, auf welchen es vermöge ihrer Lage und Oberflächen-Be-

schaffenheit niemals oder nur sehr selten regnet, und welche niemals von Thau, Nebel, Schnee und dergl. befeuchtet werden, sind auch gewöhnlich ganz von Quellen entblöfst, so die Sandflächen der afrikanischen Wüste, welche nur dadurch unbewohnbar werden, die syrische Wüste und das angrenzende Arabien, viel kleine Inseln, welche in dem weiten Gebiete des grofsen Oceanes liegen, und zwar unter der heifsen Zone, wie namentlich viel kleine Korallen-Inseln u. s. w. In den höheren Gebirgen der Erde dagegen, welche den gröfsesten Theil des Jahres hindurch in Nebel und Wolken verhüllt liegen, entspringen bekanntlich die zahlreichsten und reichhaltigsten Quellen, und eben so bekannt ist die Erfahrung, dafs die Quellen vieler Gegenden sparsamer fliefsen oder wohl gar austrocknen, wenn es lange Zeit hindurch nicht geregnet hat, und umgekehrt.

Es ist daher nicht auffallend, dafs schon Aristoteles diese Ansicht vorträgt, und dafs ihm einige der ausgezeichnetsten Naturforscher des Alterthums, namentlich Vitruv und Seneca, darin mit wenigen Modifikationen beistimmen.

Aristoteles namentlich glaubte, was bekanntlich bei uns auch noch gegenwärtig ein oft wieder vorkommender Volksglaube ist, dafs die Berge und andere hochgelegene Orte das Wasser aus der Atmosphäre anziehen und einsaugen. Er dachte sich, dafs es von dort aus an tieferen Punkten im Innern der Erdrinde in gewissen Behältern zusammenfliefse, und aus diesen dann wieder langsam in feinen Strömen hervorrinne *). Sollte das Wasser auf diesem Wege nicht in hinreichender Menge zusammenfliefsen, um die Quellen fortwährend speisen zu können, so, meinte er, habe auch die in den Behältern eingeschlossene Luft die Eigenschaft, sich in Wasser zu verwandeln. Seneca glaubte überdiefs, dafs die

*) *Meteorol. LI. cap.* 13.

Quelle des Ersatzes in der festen Erde selbst gefunden werde, welche sich in Berührung mit Wasser in dieses verwandeln könne *). Vitruvius dagegen **), welchem unstreitig die Erfahrungen des Baumeisters zu Gebote standen, leitete alle Quellen vom Regen- und Schneewasser unmittelbar her, welches in die Erde eindringe, bis es durch Stein-, Erd- oder Thonbänke aufgehalten, und nun auf ihnen herabfliefsend genöthigt werde, seitwärts hervorzutreten.

So wahrscheinlich und der Natur entsprechend diese Ansicht auch seyn mag, da wir in vielen Fällen selbst einen sehr augenscheinlichen Zusammenhang zwischen den atmosphärischen Niederschlägen, der Beschaffenheit des Bodens und der Menge und Beschaffenheit des Quellwassers nachzuweisen im Stande sind, so bleibt es doch nach den Aeufserungen der Alten immer sehr wünschenswerth, dafs dieselbe auch noch durch direkte Versuche als richtig erwiesen werde.

Unter den neueren Gelehrten, welche seit dem Wiederaufleben der Wissenschaft sich diesem Gegenstand widmeten, nennen wir vorzugsweise die beiden ausgezeichneten Naturforscher Mariotte und Halley, denen die Meteorologie und die damit verbundenen Zweige der physischen Geographie so wichtige Bereicherungen verdanken.

Der erstere von diesen folgt fast ausschliefslich der Ansicht des Vitruvius ***), und er suchte nur nach den Mitteln, unmittelbar durch Rechnung zu erweisen, dafs die Menge des innerhalb eines gewissen Strom-Gebietes gefallenen Regen- und Schneewassers hinreichend sey, um die Wassermasse zu liefern, welche dieser Strom in derselben Zeit in das Meer sendet. Er wählte des-

*) *Quaest. nat. LIII, cap.* 9.

**) *De Architectura Lib. VIII, cap.* 1.

***) *Traité de mouvement des eaux.* 1717. *I*, 326.

halb zu seinen Untersuchungen das Flufsgebiet der Seine, von welchem in jener Zeit bereits einigermafsen genügende Beobachtungen bekannt waren. Eine Reihe von Jahren hindurch war zu Dijon die Menge des jährlich herabfallenden Regens bestimmt worden (man fand sie im Durchschnitte jährlich zu 15 par. Zoll Höhe), er vertheilte dann diese Menge auf einen Landstrich von der Gröfse des Quellenbezirkes der Seine, den er zu 3000 Quadratlieues (60 L. lang und 50 L. breit) Flächeninhalt annahm, und fand so jährlich für denselben 714,150 Millionen Kubikfufs. Nun maafs er aber zugleich auch durch einfache Vergleichung des Durchschnittes mit der Schnelligkeit des Flusses die Wassermenge, welche alljährlich die Seine, wo sie völlig beisammen ist, unter dem Pont Royal bei Paris durchführt, und er fand sie zu 105,120 Millionen Kubikfufs. Es war also das Resultat seiner Berechnungen seiner Voraussetzung von dem Ursprunge der Quellen in sehr hohem Grade günstig, denn er fand, dafs noch nicht $\frac{1}{6}$ des im Flufsgebiete der Seine herabfallenden Regenwassers bereits hinreiche, um die Wassermenge sämmtlicher Quellen des Stromes zu liefern, und er glaubt zugleich es wahrscheinlich zu finden, dafs von den noch übrigen $\frac{5}{6}$ etwa die Hälfte durch Verdunstung verloren gehe, die andere Hälfte aber von den Pflanzen und Thieren verbraucht werde.

Bei genauerer Betrachtung der Elemente dieser Rechnung finden wir sie in hohem Grade unsicher und unzuverlässig, und es fehlte daher auch schon zur Zeit ihres Erscheinens nicht an Naturforschern, welche das Vertrauen, das sie verdienen sollte, in Zweifel zu stellen bemüht waren, so grofs auch das Aufsehen war, welches diese Arbeit bei ihrem Erscheinen mit Recht wohl erregt hatte. Einer der Ersten, welcher an der Richtigkeit der dadurch gewonnenen Resultate zweifelte, war Sedileau *); er zeigte, dafs selbst die Annahme von der

*) In den *Mém. de Paris*, 1693.

Gröfse des Landstriches, welchen Mariotte als Quellenbezirk von der Seine zum Grunde gelegt hatte, völlig willkührlich und unrichtig sey; er beleuchtete ferner die Schwierigkeiten, welche es hat, zu bestimmen, von welchem Punkte überall einem Flufs auf dem Festlande, dessen Zuflüsse sich mit denen seiner Nachbarströme verwirren, Wasser zugeführt werde, und um den daraus entstehenden Fehler auf eine sichere Weise zu vermeiden, machte er zuerst den Vorschlag, zu solchen Untersuchungen das Beispiel eines Insellandes, wie namentlich z. B. England und Schottland, zu wählen. Auch versuchte er selbst die dort jährlich fallende Regenmenge mit der Wassermasse zu vergleichen, welche alljährlich durch die Flüsse der Insel ins Meer geführt wird, und fand als Resultat, dafs die erstere von den letzteren kaum die Hälfte betrage. Für Irland glaubte er zu finden, dafs die jährliche Regenmenge etwa $\frac{3}{4}$ von der Wassermenge der Flüsse betrage. Indefs fehlte es zu jener Zeit in der That noch so sehr an allen aus der Beobachtung hergenommenen Elementen zur Anstellung solcher Rechnungen, als dafs die Resultate derselben auch nur eine einigermafsen annähernde Genauigkeit hätten erlangen können.

Halley endlich, welcher eben so entschieden als Mariotte von der Richtigkeit der einfachen Ansicht über die Entstehung der Quellen überzeugt war, und welcher namentlich in der steten Circulation der Gewässer eine der wunderbarsten Einrichtungen der Schöpfung erblickte, war in den Resultaten seiner Berechnungen gleichwohl fast weniger glücklich noch als Sedileau. Auch er fand *), dafs für England die Menge des darauf jährlich niederfallenden Regen- und Schneewassers nicht hinreichen könne, den Gehalt seiner Flüsse zu bestreiten; allein er beruhigte sich nicht sogleich bei dieser allerdings niederschlagenden Bemerkung. — Er

*) *Philos. transact.*

wendete seine Aufmerksamkeit zunächst auf die Menge des durch Verdunstung aus dem Meere aufsteigenden Wassers, und beschäftigte sich insbesondere in dieser Beziehung mit einer Arbeit über die Verhältnisse des Mittelmeeres. Es liefs sich dabei annähernd bestimmen, wie viel Wasser diesem Meere durch die in dasselbe hineinströmenden Flüsse zugeführt wird, und indem er diese Menge mit der verglich, welche in derselben Zeit der Oberfläche dieses Meeres durch Verdunstung entzogen wird, fand er ein auffallendes Mifsverhältnifs, denn er gelangte zu dem gegenwärtig noch unbestrittenen, und auch durch andere Thatsachen bestätigten Resultate, dafs dem Mittelmeere durch Verdunstung ungleich bedeutend mehr entzogen als ihm durch Regen wiedergegeben wird. Auch für die Küsten von England fand er ein ähnliches Mifsverhältnifs, und er schlofs daher, dafs es auch noch andere Wege als Regen, Schnee, Thau geben müsse, auf welchen dem Boden die in der Atmosphäre enthaltene Feuchtigkeit zugeführt würde. Insbesondere richtete er seine Aufmerksamkeit auf die grofse Wolkenmasse, welche fortwährend die höheren Berge umlagert und ununterbrochen an ihre Oberfläche das Wasser absetzt (in der Weise, wie Aristoteles das Einsaugen des Wassers von den Bergen voraussetzte). Er bemerkte, dafs auch bei völlig heiterem Wetter auf etwas über dem Meere erhöhten Punkten eine grofse Menge Wasser tropfbar flüssig niedergeschlagen werde. Er beobachtete in einer Meereshöhe von etwa 2400 Fufs die Sterne, und fand, dafs dort bei heller Witterung die Wasserdünste so stark niederfielen, dafs er dadurch in seinen Beobachtungen gehindert wurde, denn er fand jede halbe Stunde seine Gläser mit Tropfen bedeckt. Ganz etwas Aehnliches beobachtete auch Kästner in tieferen Gegenden, welche fern von dem Meere liegen, wie in der Umgegend von Leipzig (s. Lulof p. 304, Note), denn er fand, dafs dort gar nicht selten bei heiterem Wetter

Sterne verschwinden, sowohl dem bloſsen Auge als dem Objektivglase des Fernrohres, indem Wasserdünste sich darauf absetzen.

Da sich indeſs die Menge dieser so aus der Atmosphäre niedergeschlagenen Dünste, verbunden mit einer groſsen Zahl anderer dabei in Betracht kommenden Verhältnisse, bei dem Zustande der Wissenschaft jener Zeit noch nicht mit der gewünschten Genauigkeit angeben lieſs, so blieb auch der Gegenstand, welcher dadurch erwiesen werden sollte, noch unerledigt. Lange Zeit hindurch wurde daher auch die Richtigkeit dieser Ansicht von der Entstehung der Quellen von Naturforschern bezweifelt, und es ist in der That wunderbar, welche groſse Anzahl von oft sehr verkehrten und unbegründbaren Vorstellungen an ihre Stelle gesetzt wurden. Die Literatur dieses Gegenstandes ist daher sehr reich an Arbeiten, wenngleich von sehr verschiedenartigem und oft wohl von sehr geringem Werthe. Wenn nun nicht alle diese verschiedenen Versuche zur Erklärung des berührten Problems hier erörtert, oder auch nur übersichtlich betrachtet werden können, scheint es doch zweckmäſsig, die hauptsächlichsten und auch noch jetzt wiederholten Einwendungen zu beleuchten, welche gegen die Entstehung der Quellen durch das Eindringen des atmosphärischen Gewässers in den Erdboden gemacht worden sind. Dieselben lassen sich auf folgende zurückführen:

I. Hat man Zweifel darüber geäuſsert, ob das Wasser vermögend sey, so tief in die Erde einzudringen, um die Quellen am Fuſse der Berge zu speisen, und ihnen namentlich dann noch Zuflufs zu geben, wenn eine längere Zeit hindurch kein Regen aus der Atmosphäre gefallen ist.

Schon Seneca behauptete gelegentlich, daſs das Regenwasser kaum mehr als etwa 10 Fuſs tief in den Erdboden eindringe, und eine allgemein bekannte Er-

fahrung unserer Gärtner bestätigt dieſs wenigstens scheinbar. Der lockere Humus-Boden, welchem man freilich bei der groſsen Auflockerung seiner Theilchen eine groſse Durchdringungsfähigkeit für das Wasser zutrauen sollte, wird nämlich nach den stärksten und anhaltendsten Regengüssen kaum über 3 Fuſs tief durchnäſst gefunden; ja wir wissen es selbst von Dalton, dessen Arbeiten wir noch später kennen lernen werden, daſs der Boden von England im Frühjahre, nachdem er den ganzen Winter hindurch mit Regen- und Schneewasser gesättigt worden, kaum über 5 bis 6 Fuſs tief vom Wasser durchdrungen gefunden werde. Diese Thatsache ist besonders schon von zwei Zeitgenossen, von Mariotte und Halley, hervorgehoben, und gegen die herrschende Ansicht von der Entstehung der Quellen auf eine viel Aufsehen erregende Weise benutzt worden, nämlich von Perrault und de la Hire.

Der Erstere lieſs an sehr vielen Punkten, auf Bergen und in der Ebene, nach groſsen Regengüssen Löcher aufgraben, und es fand sich dabei immer, daſs die Erdrinde kaum je mehr als 2 Fuſs tief vom Wasser durchdrungen war; indeſs gründlicher noch ging der Zweite zu Werke *). Er lieſs bleierne Gefäſse mit einem 6 bis 8 Zoll hohen Rande verfertigen, welche an ihrem Boden mit einer Ableitungsröhre versehen waren, und vergrub sie in geneigter Stellung und in verschiedener Tiefe in die Erde, so daſs die Ableitungsröhre sich in einem Keller endigte, wo er vor ihre Mündung Gefäſse stellte, und also jeden Tropfen Wasser, der sich auf dem Boden derselben sammeln sollte, leicht würde haben wahrnehmen können. Eines dieser Gefäſse ward 8 Fuſs tief in die Erde gesetzt, und während 15jähriger Dauer seiner Beobachtungen fand sich niemals ein Tropfen Wasser aus ihm abgelaufen; ein anderes, das nur 16 Zoll tief vergraben war, gab völlig dasselbe Resultat, und nur in

*) *Mém. de Paris* 1703, *p.* 68 *suiv.*

in einem 8 Zoll tief vergrabenen fand sich, nachdem es ein halbes Jahr in der Erde gestanden, im Monate Februar etwas Wasser, nachdem es sehr stark geregnet und geschneit hatte. Auf der Oberfläche über dem zweiten Gefäfse hatte de la Hire Pflanzen gesetzt, allein er fand, dafs sie nach einiger Zeit verwelkten und abstarben, wenn sie nicht begossen wurden, er schlofs daher aus diesen Versuchen, dafs nur in einem aus lockerem Steinschutte aufgeschwemmten Boden das Wasser tiefer als 2 Fufs eindringen könne, und dafs, was unstreitig noch wichtiger schien, die atmosphärische Feuchtigkeit nicht hinreiche, die Pflanzen zu ernähren, sondern dafs diese ihr Wasser aus dem Innern des Bodens empfingen. Es könne daher, so meinte er, wohl die Mehrzahl der Quellen, welche der Erdoberfläche Wasser geben, nicht aus Regen- oder Schneewasser ihren Ursprung nehmen.

Diesen Schlüssen, welche sehr viel Eindruck machten, konnte man im Anfange nur sehr wenig bedeutende Einwürfe entgegensetzen, besonders scheint Mariotte dadurch in hohem Grade betroffen worden zu seyn, denn er sah sich genöthigt anzunehmen, dafs das rohe Erdreich im unberührten Naturzustande eine von dem angebauten, künstlich aufgelockerten sehr verschiedene Beschaffenheit besitze; es habe eine eigenthümliche Organisation, glaubte er, feine Zuleitungsröhren, welche durch Aufwühlen zerstört würden, und dergl., was von seinen Zeitgenossen, und namentlich später noch von Lulof und Torbern Bergman verworfen wurde. Mariotte berief sich ferner auf die an 100 Fufs tiefen Keller der Pariser Sternwarte, an deren Wänden (aus Felsboden) nach langen Regengüssen man überall das Wasser herabfliefsen sah. Später indefs lernte man bei genauerer Ueberlegung das Unstatthafte von de la Hire's angestellten Versuchen immer mehr einsehen.

Es zeigte sich, dafs die ganze Reihe von Thatsachen, welche er aufgefunden, nichts weniger als eine all-

gemeine Anwendung finden könne, sondern dafs sie vielmehr nur für die Art des Bodens passe, welche er gewählt hatte; denn es ist klar, und durch eine Menge von Erfahrungen erwiesen, dafs wenn der lockere Boden der Oberfläche, wie in so sehr vielen Fällen, in geringer Tiefe auf zerklüftetem Gesteine oder auf einer das Wasser an sich haltenden Lehm- oder Thonschicht aufliegt, alsdann diese das Regenwasser mit grofser Begierde aufnehmen, und es so tief mit sich in die Erde fortführen können, als sie selbst niederwärts anhalten. Es ist eine ganz bekannte Thatsache, dafs es überall in unseren Umgebungen sogenannte quellenführende Schichten gebe, bis zu welchen man niedergehen mufs, um mit glücklichem Erfolge Brunnen anzulegen. Solche Schichten aber erzeugen das Wasser nicht von selbst in sich, sondern sie sind in ihrem Quellenreichthume, wie wir Alle wissen, sehr abhängig von der Menge des darüber gefallenen Regenwassers, und versagen nicht selten in trockenen Jahren ganz oder zum Theil den Dienst. Doch auch von den Wasseradern, welche in grofser Tiefe aus den Klüften des festen Gesteines hervortreten, welche oft die reichsten und anhaltendsten Quellen führen, und deren Entstehung man einem geheimnifsvollen, mit dem inneren Leben der Erde auf eine mystische Weise zusammenhängenden Bildungs-Prozefs zuzuschreiben noch heute nicht selten geneigt ist, auch von diesen ist es mehrfach bestätigt, dafs sie mit dem auf der Oberfläche niederfallenden Regenwasser in einer deutlich nachweisbaren Verbindung stehen.

Es sind diefs Erfahrungen, welche vorzugsweise der Bergmann bei seinen unterirdischen Arbeiten zu machen Gelegenheit hat, und welche begreiflich für die Erreichung bergmännischer Zwecke, für die Abwehrung des gefährlichsten Feindes, der dem Bergmanne in den Tiefen der Erdrinde begegnet, von der äufsersten Wichtigkeit seyn müssen; es ist in der That nur zu bewun-

dern, dafs verhältnifsmäfsig erst in so sehr später Zeit diese im praktischen Leben gemachten Bemerkungen für die Beförderung unserer wissenschaftlichen Ansichten genutzt wurden.

Aufser einigen unbedeutenden, hiehergehörigen Thatsachen, welche sich in Otto's reichhaltiger Hydrographie zusammengestellt finden, besitzen wir einige gründlichere Erörterungen über diesen Gegenstand in dem bekannten Werke von v. Trebra: Erfahrungen vom Innern der Gebirge. Dieselben sind in der That um so wichtiger, da sie aus dem Munde eines der erfahrensten Bergleute seiner Zeit kommen, und es scheint mir daher nicht unpassend, die wichtigsten der von ihm angeführten Erfahrungen kurz hier zusammenzustellen.

1) Trebra bemerkt, dafs alles Gestein im Innern der Gebirge in geringem Grade feucht sey; selbst das, was der Bergmann trocken zu nennen pflegt, klebt noch immer an den Wänden, und die feuchtesten Stellen der Gruben liegen nie auf den Höhen auch noch so ausgedehnter Berge, sondern stets in der Tiefe, nahe den Thälern, oder am meisten unter dem Niveau derselben, selbst in dem Falle, wenn das Gestein ohne sichtbare Klüfte ist.

2) In Beziehung auf die Menge des fliefsenden Wassers in den Gruben, zeigt sich dieselbe ungemein deutlich abhängig von dem Einflusse der Witterung an der Oberfläche, zugleich auch mit einigen sehr wichtigen Modifikationen. Anhaltendes Regenwetter, oder das Schmelzen des Schnees auf der Oberfläche, bringen nämlich deutlich eine Vermehrung des Gewässers in den Bergwerken hervor, selbst wenn sie in sehr festem Gesteine stehen; doch geschieht diese Vermehrung nicht gleichzeitig, sondern, wie es bei genauerer Betrachtung der Fall seyn mufs, nur allmälig und fortschreitend. Zuerst nämlich sieht man nach einigen Tagen einen vermehrten Wasserzuflufs in den oberen Theilen der Gruben, etwas

später dann zeigt sich derselbe immer tiefer und tiefer; er hält endlich dort noch einige Zeit hindurch an, wenn das nasse Wetter schon vorübergegangen ist, und verschwindet so allmälig, wie er gekommen ist, erst von oben her und dann tiefer und tiefer. — Es zeigt sich ferner, wie Trebra ausdrücklich bemerkt, bei allen im Innern der Gruben aus den Felswänden hervordrängenden Wasserstrahlen (Quellen), dafs dieselben in der Richtung von oben nach unten heraustreten, und dringt ja etwa einmal ein Wasserstrahl von unten nach oben heraus, so läfst sich auch der Gegendruck, welcher ihn treibt, stets in der Nähe leicht nachweisen. Merkwürdig ist übrigens noch der auffallende Unterschied, welcher in den Wirkungen des Regens auf die Menge des Grubenwassers nach dem Unterschied der Jahreszeiten bemerkt wird. Im Sommer nämlich vermehren starke Regengüsse die Grubenwässer nur sehr unbedeutend, im Winter dagegen wirken schon schwächere sehr fühlbar; der Grund davon ist leicht einzusehen, denn im Sommer ist der Boden meist ausgetrocknet und trägt thätige Vegetation, aber im Winter fehlt Beides, und das Wasser sinkt unaufgehalten der Tiefe zu.

Die Glaubwürdigkeit dieser Bemerkungen wird übrigens noch in hohem Grade bestätigt, wenn wir uns der Vorrichtungen erinnern, welche der Bergmann wählt, um die Gruben vor Wasser zu schützen. Man hütet sich, wenn man es irgend vermeiden kann, Gruben, welche mit Wassern beschwert sind, in das Innere von klüftigen Gebirgsarten oder in die Nähe von Thälern zu führen, welche fliefsende Wässer enthalten; man legt auf der Oberfläche der Berge über den Gruben mit Erfolg sogenannte Fluthgräben an, um das Wasser oben abzuführen und es am Eindringen in das Innere zu verhindern; man bemüht sich endlich, die oberen Stollen gröfserer Baue wasserdicht zu machen, um die Wasser auf ihnen abzuleiten, und sie zu hindern mehr in die

Tiefe zu dringen, läfst deshalb selbst oft beträchtliche Erzmittel stehen u. dgl.

Doch das Gesagte mag hinreichen, um zu beweisen, dafs das Wasser wirklich von der Oberfläche der Erde in jede beliebige Tiefe eindringt, und dafs, wenn anders genug atmosphärische Wasser niederfallen, kein mechanisches Hindernifs vorhanden ist, um sie durchs Innere der Erdschichten nach den Ursprungsorten der Quellen zu führen.

II. Ein zweiter Einwurf, den man der Ansicht von der Entstehung der Quellen aus atmosphärischen Niederschlägen gemacht hat, besteht in Folgendem. Man bemerkt, dafs viele gröfsere Flüsse mit reichen Quellen in hohen Gebirgen entspringen, welche wenigstens 6 Monate im Jahre hindurch mit Schnee und Eis bedeckt sind, und auf denen es während dieser Zeit fast niemals thaut; die sich niederschlagenden Dünste müssen also auf diesen Punkten fortwährend gefrieren und können den Quellen keinen Zufluſs geben.

Diesen Einwurf, welcher besonders gegen Halley gerichtet war, hat besonders der Holländer Lulof sehr ausführlich vorgetragen. Er brachte dabei vorzugsweise die Alpen in Erinnerung, aus welchen der Rhein, die Donau (durch den Inn vorzugsweise), die Rhone, der Po, die Etsch etc. ganz oder gröfstentheils aus den höchsten Gegenden ihre Quellenzuflüsse erhalten; und doch, sagt er, flössen diese Ströme im Winter sogar stärker als im Sommer. Auch Torbern Bergman schien dieser Einwurf von Wichtigkeit, doch ist es nicht schwer ihn zu widerlegen.

Es ist nämlich durch die genaueren Nachrichten, welche wir später von der physischen Beschaffenheit der Alpen erhalten haben, erwiesen worden, dafs allerdings die Flüsse, welche in den höheren Gegenden entsprin-

gen, bedeutenden Mangel an Zufluſs während des Winters erleiden, und daſs sie sich also in dieser Beziehung gerade umgekehrt verhalten, wie die Flüsse des niedrigen Landes.

Besonders überzeugend und klar ist diese Thatsache von de Luc *) dargestellt worden. Vom Oktober bis zum März, sagt er, thaut es auf den hohen Alpen fast niemals; die ungeheuren Gletschermassen, welche ihrer Natur nach vorzugsweise im Frühlinge und Herbste anwachsen, bleiben starr gefroren, und auf ihrer Oberfläche, in den Hochthälern, so wie auf den Spitzen der Berge, häufen sich fortwährend ungeheure Schneelasten. Während dieser Zeit hören fast alle die unzähligen Giefsbäche und Quellen, welche in höheren Gebirgen entspringen, zu flieſsen auf, und nur ein Theil derselben, welcher von den Auflagerungsflächen der Gletscher auf den Boden herkommt, flieſst, wenngleich mit sehr verminderter Stärke, fort. Dort nämlich schmilzt die Wärme der Erde, welche von dem Boden ausstrahlt, fortwährend etwas an den untersten Eisschichten ab, und das Tröpfeln derselben hört in den Gletscherhöhlen selbst während des kältesten Winters nie ganz auf. So sieht man es sehr deutlich an der Rhone, deren stärkste Quellen aus den Höhlen des Rhonegletschers hervorströmen.

Inzwischen wird der Stand der Flüsse, welche ihren Zufluſs aus dem Hochgebirge erhalten, bis auf sein Minimum erniedrigt; die Rhone und der Rhein sind während dieser Jahreszeit höchst unbedeutend. Im Monat März indeſs, sobald die Sonne merklicher steigt und die Dauer der Nächte sich verringert, beginnt der Schnee erst am unteren Rande der hohen Berge zu schmelzen; bald fangen auch aufs Neue die Quellen und Bäche in den unteren Regionen zu flieſsen an, und sie folgen im Verlaufe der Zeit fortwährend höher und höher hinauf,

*) *Recherches sur les modific. de l'atmosph. etc. I*, §. 155 — 161.

je mehr der Schnee sich in die höchsten Theile des Gebirges zurückzieht. Endlich im Sommer, wenn das Thauen überall allgemein wird, und die Schneedecke die Gletscher verläfst, wenn die warmen Winde von der Südseite der Alpen (der Föhnwind) durch die Hochthäler dringen, zerreifsen die ungeheuren Eisklumpen durch die ungleiche Ausdehnung an der Oberfläche und in der Tiefe in ungeheure zahllose Stücke, welche wie die Wellen eines Meeres von einander durch bedeutende Zwischenräume getrennt werden. Die Gröfse der Fläche, welche durch die Sonnen- und Luftwärme angegriffen werden kann, vervielfältigt sich. Dann wird das Schmelzen allgemein, und der unerschöpfliche Eisklumpen schwellt in den höheren Thälern alle Quellen und Giefsbäche, und durch sie erreichen die Gebirgsströme ihr Maximum in der heifsen Jahreszeit.

So ist es denn in Genf, nach de Luc's vieljährigen Erfahrungen, eine sehr bekannte Thatsache, dafs die Rhone vom März bis zum August fortwährend anwächst, und dafs ihr Stand von da bis zum Oktober wieder allmälig abnimmt. Das Verhältnifs des Flusses zum See macht diese Veränderungen dort so ungemein regelmäfsig erscheinend. So ist es auch der Fall mit dem Rheine am Boden-See und mit der Aar, welche gleichfalls beide aus hohen Gletscherthälern hervortreten und sich in Seen entladen.

Ja in den höheren bewohnten Thälern der Alpen ist sogar der Einflufs der verschiedenen Wärme einzelner Sommertage auf den Reichthum der Quellen sehr sichtbar; wenn die Sonne den ganzen Tag hindurch geschienen hat, so erreichen die Gletscherbäche am Abende ihren höchsten Stand; ihr Zuflufs beginnt gegen die Nacht hin allmälig abzunehmen, und wächst wieder stufenweise von Sonnenaufgang her; ja de Luc führt in dieser Rücksicht die sehr merkwürdige Thatsache an, dafs er in den Alpen Bäche gesehen habe, welche bei Sonnenaufgang

versiegt waren, gegen den Abend aber reichlich flossen. — Es ist folglich dieser Einwurf gegenwärtig auf eine gewifs sehr genügende Weise widerlegt.

Nichtsdestoweniger hat die Zweifelsucht älterer Naturforscher, und die Neigung zum Wunderbaren, der einfachen Ansicht von dem Ursprunge der Quellen lange Zeit hindurch keinen Eingang verschafft. Beobachtungen lokaler Eigenthümlichkeiten einzelner Quellen führten zu sehr verschiedenen Ansichten über ihren Ursprung, welche man allgemein auf sie anwandte, und die eine mehr oder minder bedeutende Autorität erlangt haben; wir wollen daher einige der bedeutenderen hier noch einer kurzen Beleuchtung unterwerfen.

Vor Allem hat lange Zeit hindurch die Meinung vieler Gelehrten in Ansehen gestanden, dafs die Quellen durch unterirdische Zuflüsse aus dem Meere genährt würden, und es war diefs in der That früher eine sehr allgemein angenommene Vorstellung, denn man war, wie wir gesehen haben, nicht berechtigt, die Menge des atmosphärischen Wassers für hinlänglich zu der Ernährung der Quellen zu halten, und bei solchem Verhältnisse hätte dann doch das Meer durch die fortwährend hineinströmenden Gewässer müssen überfüllt werden. Solch eine Ueberfüllung oder Uebertreten des Meeres aber trat wirklich nicht ein, und es ist deshalb die Meinung, dafs das Meerwasser auf irgend eine Weise zur Speisung der Quellen beitrage, schon sehr alt, und wahrscheinlich zuerst von Lucrez vorgetragen. Die Art aber, wie die Naturforscher sich diesen Apparat der Quellenerzeugung dachten, war nach dem jedesmaligen Zustande des Wissenschaft sehr verschieden.

Alle zunächst stimmen sie wohl darin überein, dafs das Meer seines Ueberflusses sich durch unterirdischen Abflufs in Kanälen entledige. Man nahm ferner ziemlich allgemein einige Meeresstrudel, besonders im Mittelmeere, deren Gröfse man gewöhnlich sehr übertrieb,

als Zeichen des Daseyns solcher Ableitungen an, und versäumte nicht sie auf älteren Karten deshalb besonders hervorzuheben (*Maris gurgites* in den Karten zu Kircher's *mundus subterraneus*).

Auf solche Weise denn sollten sich die Meereswässer in unterirdischen Behältern unter der Oberfläche der Kontinente versammeln, und von hier aus nun an die Ursprungsorte der Quellen gehoben werden. Die Wege aber, auf welchen diese Zuleitung geschehen sollte, glaubte man, seyen verschieden, und man nahm deren hauptsächlich drei an:

1) Die älteste aller Annahmen war die, dafs das Wasser im Innern der Erde auf dem Wege der Destillation aufsteige. Diese Vorstellung ward insbesondere durch Athan. Kircher vertreten, später besonders durch Descartes (*Princip. philos. P. II*, §. 64 *sq.*), und unter den Neueren neigten zu ihr vorzugsweise, wenngleich mit Beschränkungen, Lulof und Torbern Bergman (I, p. 281.).

Die Vorstellungen Athan. Kircher's über diesen Gegenstand waren besonders wunderlich, ja wohl abenteuerlich. Er nahm nämlich mit vielen seiner Zeitgenossen im Innern der Erde ein Centralfeuer von heftigen Wirkungen an; durch dasselbe sollten die Wasserbehälter im Innern erhitzt werden; die aufsteigenden Dünste, meinte er, würden dann in Höhlen im Innern der höheren Berge abgekühlt, welchen er die Gestalt von Helmen der Destillirblasen zuschrieb, und sie liefen dann tropfbar flüssig an den Wänden herab, bis sie irgendwo einen Ausgang fänden. Diese Vorstellung hat Kircher durch seltsame Abbildungen erläutert.

Da es indefs in die Augen springend ist, dafs Form und Lage der Höhlen in den Bergen wohl nur in den seltensten Fällen dieser Ansicht entsprechen, so nahm Descartes an, dafs die Wasserdünste durch die feinen Ritzen, Klüfte u. s. w. des Gesteines in die Höhe stie-

gen, dafs sie oben verdichtet, nicht wieder durch die kleinen Oeffnungen, durch welche sie aufstiegen, zurück könnten, und daher gesperrt würden, bis sie irgendwo wieder zu gröfserer Menge vereinigt sich hervorzudrängen vermöchten.

Gegen diese Ansicht findet sich zunächst eine bei Gehler vorgetragene (und schon theilweise von Lulof und Bergman als richtig erkannte) Bemerkung, dafs es unmöglich sey, wie stark erwärmte Dünste sich in engen und so langen Kanälen von den inneren Behältern bis zu den Gipfeln dunstförmig erhalten könnten. Sie müfsten vielmehr höchstwahrscheinlich in nicht geringer Entfernung (an den Decken der unterirdischen Behälter) schon kondensirt werden und in die Behälter zurückfallen. Auch haben die genannten Naturforscher sehr richtig bemerkt, dafs, wenn die Quellen auf die vorausgesetzte Art entständen, längst das Innere der Erde mit Salz müsse erfüllt worden seyn (wenigstens doch viele Höhlen). Das Meer aber müfste dann fortwährend an Salzgehalt verlieren, und diefs anzunehmen ist bekanntlich gar kein Grund vorhanden.

Sehr schlagend ist ferner noch der Einwurf, welchen de Luc *) sowohl dieser Ansicht als allen ähnlichen gemacht hat. Wäre nämlich die angenommene Ursache gegründet, so müfsten die Quellen auf hohen Bergen im Winter viel reichlicher fliefsen, als im Sommer, denn die Destillirvorrichtung müfste durch die Eis- und Schneedecke am Helm der Blase zum schleunigeren Destilliren disponirt werden, wie sie es bei unseren künstlichen Destillationsapparaten thut, wenn die Helme der Blase stark erkältet werden. Eben so müfsten die Flüsse der Ebene im Sommer reichlicher durch atmosphärisches Wasser getränkt werden, als im Winter, weil dann mehr Dampf aus dem Innern der Erde entweichen könnte, um

*) *Recherches sur les modif. de l'atm. T. I, §. 157. p. 146.*

sich als Regen aus derselben niederzuschlagen. Es verhalten sich aber diese Erscheinungen in der Natur gerade entgegengesetzt.

Dennoch scheint es Quellen zu geben, deren Ursprung auf dem angegebenen Wege, wenngleich nicht mit der Dazwischenkunft des Meeres, in hohem Grade wahrscheinlich ist. Diese kommen in vulkanischen Gegenden vor, wo die Hitze des Bodens in geringer Tiefe oft Jahrhunderte lang anhält, und die Wässer, welche dort hindringen können, durch schnelle Verdampfung ergriffen werden.

Dolomieu *) sah einen Fall dieser Art auf der Insel Pantellaria. Dort befindet sich nämlich an den Abhängen eines Vulkanes eine Grotte, aus deren Boden fortwährend ein warmer Dampf aufsteigt, welcher sich an der Decke derselben verdichtet, und an den Wänden ablaufend einen kleinen Bach bildet. Ich selbst habe diese Quelle nicht wiederfinden können, wohl aber sah ich dort an den Oeffnungen einiger Felsenspalten, aus welchen Fumarolen hervordringen, analoge Wasseransammlungen, welche zum Tränken der Viehheerden benutzt werden.

Ganz einen ähnlichen Ursprung mufs eine Quelle auf Stromboli haben, welche hoch am Berge mitten in vulkanischer Asche entspringt, und fortwährend etwas Wasser giebt.

Auf künstlichem Wege ist dasselbe von Breislak an der Solfatara erreicht worden.

Alex. v. Humboldt führt eine ähnliche Erscheinung von dem Pic von Teneriffa an. Als er denselben bestieg, sah er auf der kleinen Ebene la Rambleta, welche die Abhänge seines Gipfels umgiebt, einige Löcher, an deren Wänden sich fortwährend aus dem Innern des Berges hervortretende Wasserdämpfe

*) Lipar. Inseln, deutsch p. 186.

kondensirten, und welche die Einwohner sehr bezeichnend Narines del Pico nennen. Er schreibt ihren Ursprung dem in Höhlen des Berges eingeschlossenen Regen- und Schneewasser zu.

Neuerlich ist namentlich durch Scrope noch der Ursprung vieler heifsen Mineralquellen (*Consider. p. 64*) auf ähnlichem Wege sehr wahrscheinlich gemacht worden. Die Bedingungen zum Entstehen solcher Quellen sind indefs von so rein lokaler Natur, dafs wir sie mit Recht nur als seltene Ausnahmen betrachten, und von diesen Beispielen daher keine Anwendung auf die Theorie von der Quellenerzeugung im Allgemeinen machen können.

2) Eine andere Annahme ist, dafs die Wässer zu den Quellen durch die Wirkung der Adhäsion oder die Haarröhrchenkraft mögen gehoben werden. Sie machten hauptsächlich der holländische Geograph Varinius und der Engländer Derham.

Wasser, welches in Gefäfsen eingeschlossen ist, steht bekanntlich an den Wänden derselben, vermöge der Adhäsion, stets etwas höher, als in der Mitte; befindet es sich nun in engen Röhren oder in Spalten, deren Wände nahe an einander liegen, so fliefsen diese erhöhten Ränder zusammen, und es erfolgt dadurch ein Erhöhen oder Steigen des Wasserspiegels in der Röhre, und dieses dauert so lange fort, bis das Gewicht von der aufgestiegenen Wassersäule sich mit der Adhäsion ins Gleichgewicht setzt. Es wird daher das Wasser in der Röhre um so höher steigen, je enger die Röhrchen sind, und zwar steht die Höhe des Steigens zum Durchmesser der Röhre, wie wir schon seit Muschenbroek's Versuchen wissen, in einem einfach umgekehrten Verhältnisse.

Auf solche Weise nun also, meinten die genannten Naturforscher, solle das in den Höhlen der Erde angehäufte Regenwasser durch die feinen Zwischenräume der

Stein- und Erdlagen, Klüfte u. s. w. bis auf die Höhe der Berge hinauf aufgesaugt werden, und endlich oben ausfliefsen. Diese Ansicht, ungeachtet sie viele Anhänger gefunden hat, ist dennoch schon aus dem Grundsatz der Kapillarität selbst völlig unzulässig.

Schon ältere Naturforscher, Lulof, Bergman, Gehler, haben gezeigt, wie unendlich fein in der That jene Zwischenräume seyn müssen, welche auf diesem Wege das Wasser bis zu mehreren 1000 Fufs Höhe könnten steigen lassen. Erst neuerlich hat Parrot der ältere noch nachgewiesen, dafs zur Hebung von 2000 F. Höhe, Zwischenräumchen von $\frac{1}{100000}$ Linie Stärke gehören. Es haben aber Versuche erwiesen, dafs die Körper, welche die Erdrinde gewöhnlich bilden, in der That sehr viel gröfsere Zwischenräume haben, dafs also das Wasser in ihnen so hoch wirklich nicht steigen könne. Perrault *(Oeuvres diverses p. 789 sq.)* nahm den feinsten geschlämmten Flufssand, welchen er erhalten konnte, und stampfte ihn eng und fest in einer Röhre zusammen, er sah indefs das Wasser darin nur um 18 Zoll steigen, und in gröberem Sande stieg es gar nur 10 Zoll.

Ferner aber auch kann das Wasser, welches in Haarröhrchen gestiegen ist, durch Oeffnungen an den Seiten oder am oberen Ende der Röhre, in welcher es durch Adhäsion festgehalten wird, nicht ausfliefsen, sondern es bleibt an den Wänden hängen. Diese Thatsache ist durch unzweifelhafte Erfahrungen festgestellt. Zwar will Athan. Kircher mit einem Gypssäulchen das Gegentheil gefunden haben; allein schon Perrault hat gezeigt, dafs dieser Versuch müsse erdichtet seyn, und späterhin ist von Lulof sehr richtig bemerkt worden, dafs, wenn er wahr sey, ja das so oft vergeblich gesuchte *perpetuum mobile* gefunden seyn würde. Lulof verfertigte auch aus Stoffen, welche das Wasser leicht anziehen, Körper von der Gestalt kleiner Berge,

und machte auf ihren Spitzen eine Vertiefung; er setzte sie dann mit ihrem Fufse ins Wasser, fand aber niemals etwas in die Vertiefungen geflossen.

Man hat übrigens bei Aufstellung dieser Ansicht noch unberücksichtigt gelassen, dafs das Meerwasser durch blofses Durchseihen in feinen Röhrchen nicht von seinem Salzgehalte befreit werden könne; und sollte diefs auch zum Theil der Fall seyn, wie es wohl möglich scheint, so ist der schon von Lulof gemachte Einwurf gewifs sehr richtig, dafs durch die in den Zuführungskanälen zurückbleibenden Salztheilchen schon längst alle Zwischenräume verstopft seyn müfsten.

3) Ein dritter Weg der Erhebung süfsen Wassers zu den Ursprungsorten der Quellen, wäre ein heberförmiger Zusammenhang des Meeres durch Röhren mit dem Wasser im Innern der Erde.

In Röhren, welche mit einander heberförmig kommuniciren, stehen bekanntlich Flüssigkeiten von gleicher Dichtigkeit stets in demselben Niveau, ihre Durchmesser mögen auch noch so verschieden seyn; haben sie aber eine verschiedene Dichtigkeit, so verhalten sich die Höhen in solchen Röhren umgekehrt wie diese Dichtigkeiten. Diefs Gesetz, von dem u. a. die Konstruktion der Barometer abhängig ist, indem eine ungeheuer lange Luftsäule der Quecksilbersäule von 28 Zoll mittlerer Länge das Gleichgewicht hält, würde sich sehr füglich auch auf das Verhältnifs des Meerwassers zum süfsen Wasser anwenden lassen, wenn beide mit einander durch unterirdische Kanäle in Verbindung ständen. Das mittlere specifische Gewicht beider Flüssigkeiten verhält sich bekanntlich nahe wie 100 : 103; es würde also eine Meerestiefe von 100 Fufs bei dieser vorausgesetzten Verbindung einer Quellwassersäule von 103 Fufs Länge das Gleichgewicht halten. Nehmen wir nun aber an, dafs das Meer, wie es La Place (Theorie der Ebbe und Fluth) voraussetzt, eine mittlere Tiefe von $2\frac{1}{2}$ geographi-

schen Meilen habe, oder etwa 60,000 F., was gewifs das äufserste annehmbare Verhältnifs ist, so würde das Meerwasser im Stande seyn, Quellen bis nahe in einer Höhe von 2000 Fufs über dem Meeresspiegel hervorzubringen.

Wir bemerken, dafs diese Ansicht wohl vorzugsweise scheint ersonnen worden zu seyn, um das Ausbrechen von Quellen nahe auf den Gipfeln höherer Berge zu erklären. Solche Quellen haben an mehreren Orten schon früh die Aufmerksamkeit der Naturforscher erregt, weil sie gewöhnlich einen sich sehr gleichbleibenden Wassergehalt besitzen, und doch, wie es scheint, keinen Zufluſs von Regenwasser aus dem Innern von höheren Punkten erhalten können.

So sah Kolbe dergleichen sehr berühmt gewordene Quellen auf dem Gipfel des Tafelberges am Kap in 1857 Fufs Höhe; und nahe am äufsersten Gipfel des Brockens entspringt z. B. der oft besprochene Hexenborn in 3400 F. Meereshöhe.

Hier, meinte man, sey die Annahme eines Druckes von unten herauf unerläfslich, und besonders in Bezug auf den Brocken hat es nicht an sehr abenteuerlichen Vorstellungen von einem inneren Bau des Gebirges gefehlt, welcher zur Erreichung dieses Zweckes nothwendig zu seyn schien. Abildgaard sah auf einem der höchsten Punkte der Insel Moen in etwa 450 F. Meereshöhe bei Högerups Kirche eine starke Quelle hervortreten, und hielt ebenfalls kein anderes Mittel für die Erklärung von der Art ihrer Entstehung möglich.

Es lassen sich indefs dieser Ansicht dieselben Einwürfe entgegensetzen, welche wir bereits der Kapillaritäts-Theorie gemacht haben. Denn vorausgesetzt, dafs solche unterirdische Verbindungen zwischen dem Meere und den Bergen wirklich nachweisbar wären, so verliert doch das Meerwasser seinen Salzgehalt durch den Druck nicht, und selbst wenn diefs der Fall wäre, so müfsten doch die Zuleitungs-Kanäle längst vom Salzgehalte, den

sie aufnehmen, verstopft seyn, oder wir müfsten doch in dem Innern der Berge überall Salzmasse zerstreut finden. Gesetzt aber auch, dafs diese Schwierigkeiten überwunden werden könnten, so zeigt sich's doch, dafs diese Ansicht nur auf Quellen bis zu höchstens 2000 F. Höhe unter den günstigsten Umständen eine Anwendung findet, und wir besitzen doch dergleichen bis zu 12000 und 15000 F. Höhe und darüber.

Ueberdiefs läfst sich auch von den eben erwähnten Quellen noch nachweisen, dafs sie füglich von der Menge der atmosphärischen Niederschläge, die sich besonders bei den erstgenannten Bergen so vielfach als Nebel und Thau bilden (beim Tafelberge kommen sogar noch die Dünste, welche aus dem Meere aufsteigen, in Anschlag), können gespeist werden. Die Brockenquelle namentlich liegt nach einem Nivellement von Silberschlag noch 18 F. unter dem breiten Gipfel des immer befeuchteten Berges, und doch versiegt sie zuweilen in trockenen Jahren, wie diefs 1786 und 1822 der Fall war. Sie ist eine der Quellen, welche rein auf dem von Halley beobachteten Wege ernährt wird, und wir kennen in unseren Gebirgen deren viele ähnliche, so z. B. auf dem Gipfel des Zobtenberges in Schlesien, am Ochsenkopf im Fichtelgebirge und dergleichen.

Nichtsdestoweniger liegt doch dieser Theorie von der Entstehung der Quellen durch Verbindung mit dem Meere eine in der Natur begründete Wahrnehmung zum Grunde; denn es giebt in der That Quellen, welche in einer nachweisbaren hydrostatischen Verbindung mit dem Meere stehen, wie diefs hauptsächlich daraus hervorgeht, dafs ihr Stand von dem des Meeres deutlich abhängig erscheint. Solche Quellen sind besonders häufig an flachen Sandküsten bekannt, und besonders da auffallend, wo ein starker Wechsel von Ebbe und Fluth vorhanden ist, denn sie nehmen Antheil an dieser Bewegung.

Diese

Diese merkwürdige Erscheinung war schon den Alten bekannt, und namentlich erwähnt Plinius solche Quellen in der Gegend von Cadix und an mehreren Orten der spanischen Küste. In neueren Zeiten machte uns Lulof mit einer Menge solcher Quellen längs der Küste von Holland bekannt, insbesondere bei Bergen op Zoom, Scheveningen, Kattwyk am Zee u. s. w. Hans Egede sah dergleichen auf Grönland, welche die Eigenschaft haben, nur zu den Zeiten der Springfluth frei auszutreten. Olafsen und Povelsen haben eine solche Quelle zu Budum im westlichen Island beschrieben, welche etwa 1000 Schritt von dem Meere entfernt ist, und gegen 30 Fufs höher liegt; bei hoher Fluth ist ihr Becken voll, bei der Ebbe dagegen trocken, und der Unterschied ihres Wasserstandes beträgt etwa 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fufs; man kennt dort noch einige ähnliche Beispiele. Ich selbst habe Gelegenheit gehabt, eine ganz gleiche Erscheinung an zwei Brunnen auf der Sandinsel bei Helgoland zu beobachten, bei welchen sich die Höhe des Wasserspiegels um 2 bis 3 Fufs ändert; der höchste Stand tritt bei denselben zugleich immer etwas später ein als die höchste Fluth, und umgekehrt, auch ist der Einflufs der Springzeit durch vermehrten Unterschied sehr bemerkbar. Es würde leicht seyn, die Zahl dieser Beispiele noch zu vermehren.

Zur Erklärung dieses Verhältnisses, scheint mir, bedarf es keinesweges der Annahme einer offenen Verbindung des Meeres mit dem Quellwasser; denn höchstwahrscheinlich dringt das erstere nur bis zu gewisser Tiefe in die Oberfläche des Sandgrundes ein, und begegnet dort dem süfsen Wasser, welches vom Festlande herabrinnt. Steigt nun das Meer bei der Fluth, so übt es natürlich einen stärkeren Druck auf die benachbarten Erdschichten aus, und prefst das süfse Wasser gleichsam aus ihnen hervor; sinkt aber das Meer wieder bei der Ebbe, so kann auch das süfse Wasser zurück-

fliefsen. Diefs zeigt sich u. a. ganz deutlich bei vielen süfsen Quellen, welche an der niederländischen, dalmatinischen und istrianischen Küste auf dem Grunde des Meeres austreten, und welche nur zur Ebbezeit springen, wenn der Druck des darüber stehenden Salzwassers aufhört. — Jedenfalls aber ist hier immer nur von einer unter sehr lokalen Umständen sich zeigenden Erscheinung die Rede, welche auf die allgemeine Ansicht von der Entstehung der Quellen keinen Einfluſs hat.

Noch könnte den hier angeführten Ansichten dieser Art eine grofse Anzahl anderer hinzugefügt werden, welche indefs alle bei weitem weniger Wahrscheinlichkeitsgründe für sich aufzuweisen haben. Unter anderen gehört dahin die Ansicht von Woodward, welche neuerlich Silberschlag wieder aufnahm, dafs das Innere unserer Erde eine grofse Wasserkugel sey, welche durch Spalten in dem Boden mit der Oberfläche in Verbindung stehe und sich daselbst als Quellen ergiefse, von dem Meere aber ergänzt werde. Es ist indefs bekannt, dafs unser Erdkörper, schon seines specifischen Gewichtes wegen, nicht aus Wasser bestehen kann.

Seit Mariotte und Halley zuerst ihre mifslungenen Versuche machten, hat es verhältnifsmäfsig sehr lange gedauert, bis man es wieder wagte, die einzig mögliche mathematische Beweisführung zu versuchen, dafs des jährlich aus der Luft niederfallenden Wassers genug sey, um die jährliche Verdunstung sowohl als den Wasserschatz zu bestreiten, welchen die Quellen und Flüsse ins Meer führen. Der Vortheil, welchen die Wissenschaft davon ziehen würde, wenn man nach Sedileau's Vorgange ein Inselland zu solchem Versuche wählte, blieb noch in guter Erinnerung; doch unternahm es erst 100 Jahre später, nämlich im Jahre 1799, John Dalton, eine solche Arbeit auf England wieder anzuwenden, und sie ist es, welche bis jetzt als die Fundamental-Arbeit zur

Begründung unserer Ansicht von der Cirkulation des Gewässers auf der Erde betrachtet werden mufs. Wir wollen daher die Haupt-Elemente derselben hier kurz anführen.

Dalton *) beginnt damit, die jährlich auf England niederfallende Regenmenge nach den vorhandenen Beobachtungen auszumitteln.

Zu solchem Zwecke bedient man sich eines einfachen und schon sehr lange gebrauchten Werkzeuges, des sogenannten Ombrometers oder Hyetometers. Dasselbe besteht in einem flachen Gefäfse, am einfachsten mit einem viereckigen Boden von genau bekanntem Flächeninhalte, das, vor Wind und Sonne geschützt, dem Regen frei ausgesetzt wird. Dieser Boden wird, wenn er horizontal liegt, bei fallendem Regen überall gleich hoch vom Wasser bedeckt werden, und man darf daher nur die Höhe des bei jedem Regen gefallenen Wassers messen, und alle Regenhöhen eines Jahres addiren, so hat man die Menge des Regenwassers, das im ganzen Jahre auf diese Fläche und ihre Umgebungen niedergefallen ist. Indefs sind solche offene Gefäfse zu sehr der Verdunstung ausgesetzt, und um daher die daraus entspringende Ungenauigkeit zu vermeiden, auch die Nothwendigkeit einer bei jedem Regenfalle wiederholten Beobachtung zu umgehen, giebt man dem Gefäfse jetzt eine trichterförmige Gestalt, durch welche das Wasser am zweckmäfsigsten in eine, mit einer nach Kubikzollen getheilten Skale versehene, gläserne Röhre geführt wird. Es bedarf dann nur einer sehr leichten Rechnung, um zu finden, wie hoch das in dieser Röhre befindliche Regenwasser auf der Oberfläche, auf welche es ursprünglich gefallen ist, stehen würde, wenn davon weder durch Einsaugung noch durch Verdunstung etwas verloren ginge. Dieses Maafs nimmt man dann für die nächste Umgegend

*) Gilb. Annal. 1803, Bd. XV. p. 249.

zum Anhalte. Da aber an wenig von einander entfernten Punkten nach den Verhältnissen ihrer Lage oft zu gleicher Zeit eine sehr verschiedene Regenmenge fällt, so pflegt man, um die Regenmenge eines Landes einigermafsen annähernd genau zu schätzen, Beobachtungen an möglichst vielen Ombrometern anzustellen, und daraus das Mittel zu nehmen.

Dalton standen, um die mittlere Regenmenge von England zu bestimmen, 30 zum Theil bis 15jährige Beobachtungs-Journale zu Gebote. Es zeigte sich darnach, dafs es in den Küstengegenden der Insel, namentlich an der Südwestküste, welche am meisten den Einflüssen des offenen Weltmeeres ausgesetzt ist, ungleich mehr regnet als im Inlande.

So z. B. bei Haslingden in Lancashire 60 Zoll,
zu Plymouth . . . . . 46,5 -
zu London . . . . . 23 -

und in Gebirgsgegenden regnet es nach seinen Angaben wohl 2- bis 3mal so stark wie im flachen Lande.

Das Mittel aus allen diesen Beobachtungs-Journalen gab jährlich für die Küstenländer . . . . . 38,5 Zoll engl.
für die inländischen Provinzen aber 24,4 - -

Das Mittel aus diesen beiden Gröfsen oder die mittlere Regenmenge des Jahres für ganz England war daher . . 31,4 - -
(der Schnee ist dabei mitgerechnet).

Um indefs die Gröfse der ganzen Wassereinnahme des Landes zu kennen, ist es nöthig, auch noch die Menge des Thaues zu bestimmen, welcher, wie neue Versuche gelehrt haben, ganz entschieden aus der Atmosphäre stammt, nicht, wie früher geglaubt ward, aus der Erde.

Die einzigen hierüber angestellten Versuche sind von Hales gemacht worden, und sie ergeben dafür jährlich . . 3,28 Zoll engl.

Dalton zeigt aber aus am ange-

führten Orte (p. 255) näher entwickelten Gründen, dafs dieſs viel zu wenig sey, und nimmt daher statt dessen . . . . 5 Zoll an. Den Niederschlag durch Nebel und Wolken auf den Bergen läfst er dabei unberücksichtigt, und nimmt daher mit Recht an, dafs 36 Zoll (3 Fufs) aus der Atmosphäre niedergeschlagene Wassermenge eher zu wenig als zu viel angenommen seyn werde.

Diese Wassermasse auf den bekannten Flächenraum von England vertheilt, giebt nach Dalton's Rechnungen die ungeheuere Summe von 4,135,760,690,000 engl. Kubikfufs oder 28 engl. Kubikmeilen, oder etwa 0,256 deutsche Kubikmeilen für die jährliche Einnahme Englands an atmosphärischem Wasser.

Es fragt sich nun, wie sich dagegen die jährliche Ausgabe verhält. Dalton berücksichtigt nur die beiden Mittel der Quellen und der Verdunstung, und vernachlässigt das durch Pflanzen und Thiere absorbirte Wasser, da auch Wasser durch ihre Zersetzung und durch ihre fortdauernden natürlichen Funktionen erzeugt wird.

Um die mittlere Wassermenge eines Flusses auszumitteln, bedarf es nur einer Kenntnifs von der Schnelligkeit seines Laufes in gegebenen Zeiträumen, und der Kenntnifs der Breite und Tiefe seines Bettes in gewissen Jahreszeiten; diese Gröfsen aber lassen sich durch Beobachtung sehr leicht finden, und Dalton verfuhr auf diese Weise zunächst mit der Themse bei London. Er fand ihre jährliche Wassermenge

166,624,128,000 Kubikfufs, d. h. $\frac{1}{25}$ der jährlich auf England niederfallenden Wassermenge, während das Flufsgebiet der Themse ungefähr $\frac{1}{8}$ des ganzen Flächenraumes von England ausmacht. Um die Wassermenge aller übrigen Ströme Englands zu bestimmen, bediente sich Dalton sehr wahrscheinlicher (wenngleich etwas zu grofser) Schätzungen, und er fand demnach, dafs alle Flüsse von

England und Wales zusammengenommen mit der Themse etwa das 9fache der Wassermenge der Themse ins Meer schicken, also etwa $\frac{9}{25}$ des gesammten Niederschlages an atmosphärischem Wasser. Dieſs würde mithin von der oben angegebenen Summe derselben etwa 13 Zoll (genauer 12,96 Zoll) ausmachen, und es würden nun also noch reichlich 23 Zoll zu anderweitigen Ausgaben übrig bleiben.

Um die Menge des durch Verdunstung jährlich entweichenden Wassers zu bestimmen, müssen die in dieser Beziehung verschiedenen Zustände der Oberfläche des Festlandes berücksichtigt werden. Sie besteht entweder aus Wasser, oder sie ist mit Pflanzen bedeckt, oder sie zeigt kahlen Boden; bei ersterem ist die Verdunstung unter sonst gleichen Umständen am gröfsesten, bei dem letzteren am kleinsten. Um die Werthe dafür kennen zu lernen, bedient man sich für die Wasserflächen eines sogenannten Verdunstungsmessers (Atmometer oder Atmidometer), welches zuerst von Dobson in Liverpool eingerichtet wurde. Dasselbe besteht aus einem einfach offenen flachen Gefäfse mit ebenem Boden, welches man neben den Ombrometer stellt und mit einer bestimmten Quantität Wasser anfüllt. Die Menge dieses Wassers nun wird durch den Regenfall um ein Bestimmtes vermehrt werden, doch nicht um so viel, als die Zunahme des Wassers im Ombrometer beträgt, und die Differenz zwischen beiden Angaben wird natürlich den Werth der Verdunstung ausmachen.

Für die Verdunstung an der Oberfläche der Erde erfand Dalton ein eigenes Instrument, welches er drei Jahre lang beobachtete; es war ein cylindrisches Gefäfs von 10 Zoll Durchmesser und 3 Fufs Tiefe, am Boden mit einer Ableitungsröhre versehen. Dieses Gefäfs füllte Dalton zu unterst mit Kies und Sand, darüber deckte er Dammerde, dann tränkte er es mit Wasser bis zur Sättigung, d. h. bis dasselbe durch die Ableitungsröhre

abzulaufen begann, und setzte es nun unter freiem Himmel in die Erde. Er beobachtete dann sorgfältig die Wassermenge, welche durch die Ableitungsröhre abfloſs, indem er sie in ein davor gestelltes Gefäſs auffing, und die Differenz derselben von der im Ombrometer aufgefangenen Regenmasse gab die Menge an, welche der Boden verdunstet hatte. In den ersten Jahren war dieser Boden kahl, in den zwei folgenden aber mit Gras bedeckt; Dalton bemerkte aber, daſs diese Verschiedenheit keinen wesentlichen Unterschied in seiner Verdunstungsfähigkeit erzeuge.

Das Resultat seiner Beobachtungen gab für die Verdunstungsmenge für England und Wales, oder eigentlich für Manchester im Mittel . . . . . 25,14 Zoll.

Dort betrug nämlich die jährliche Regenmenge . . . . . 33,54 -

Die Menge des im Verdunstungsmesser abgelaufenen Wassers . . . . . 8,4 -

Unterschied 25,14 Zoll.

Wir hatten aber oben noch 23 Zoll Wasserhöhe zu dieser Ausgabe, und es mangelten daher allerdings bei Anrechnung dieser Ausgabe nun noch 2,1 Zoll. Bei Dalton betrûg dieses sogar 7,1 Zoll, denn er rechnete auffallender Weise die ganze Thaumenge mit 5 Zoll unter die Ausgaben, indeſs hat Parrot *) der ältere gezeigt, daſs dieſs sehr mit Unrecht geschehe, denn der Thau wird gleichwie das andere atmosphärische Wasser von dem Verdunstungsmesser aufgefangen, und er kommt daher so entweder zu dem abgeflossenen oder zu dem verdunsteten Wasser, und ist mithin unter den erwähnten 25 Zoll schon mit eingerechnet. Diese 2,1 Zoll Differenz sind übrigens eine sehr unbedeutende Gröſse, und es darf uns dieſs Resultat um so weniger

*) Physik der Erde, S. 305.

zurückschrecken, als Dalton die Niederschläge auf den Bergen, und die Nebel, welche das Ombrometer nicht afficiren, und die in England doch so bedeutend sind, bei der Einnahme nicht mit einrechnete.

Es ist daher die Uebereinstimmung zwischen Einnahme und Ausgabe hierbei in der That als in hohem Grade genügend anzusehen, und wir können die oben vorgetragene Ansicht von der Entstehung der Quellen füglich als durch sie erwiesen betrachten. Dalton hat zwar seinen Zweck vollständiger als sein Vorgänger erreicht, es bleibt jedoch wünschenswerth, eine Arbeit der Art auf sichereren Elementen gegründet, wenn es seyn kann, wiederholt zu sehen.

Vor der Beendigung dieses Gegenstandes mufs ich noch kurz der Resultate einiger der neuesten Arbeiten erwähnen, welche mit den hier berührten Verhältnissen in naher Beziehung stehen.

Es ist sehr gewöhnlich, dafs, wenn auch im Allgemeinen die Ansicht von der Entstehung der Quellen durch die Gewässer der Atmosphäre feststeht, man dennoch in einzelnen besondern Fällen eine Ausnahme von dieser Regel annimmt. Zu diesen besonderen Fällen ist das plötzliche übermäfsige Austreten von Gebirgsbächen und Flüssen zu zählen, welches in den ihnen nahe liegenden Gegenden grofse Ueberschwemmungen und Verwüstungen veranlafst. Der Anblick einer oft so ungeheueren und schnellen Vermehrung der Wassermasse, welche bei solchen Gelegenheiten an einzelnen Stellen beobachtet wird, der Eindruck, welchen die Verwüstungen veranlassen, wenn die ganze vermehrte Wassermasse eines Stromgebietes sich in einem einzigen Hauptthale zusammenfindet, entschuldigt bei den Augenzeugen solcher Ereignisse die Vorstellung, als sey die Menge des in solchen Fällen niedergeschlagenen Regens nicht hinreichend, eine so plötzliche und aufserordentliche Vermehrung des Wassers herbeizuführen. Man hört daher

gar häufig bei dem Berichte über solche Ereignisse von Revolutionen im Innern der Erdrinde reden, welche die grofse Wassermasse erzeugt haben; es wiederholt sich dann gleichsam stets von Neuem die Erinnerung an die mosaische Darstellung von der Sündfluth, welche nicht allein die Schleusen des Himmels öffnen, sondern auch die Gewässer aus der Tiefe hervorbrechen läfst, und solche Ansichten finden um so viel leichter Eingang, als es gewöhnlich bei diesen Ereignissen an allen Mitteln zu fehlen pflegt, auf einem zuverlässigen Wege, durch Darstellung der Resultate wissenschaftlicher Beobachtungen dieselben widerlegen zu können. Es wird daher nicht ohne Interesse seyn, gegenwärtig einen in der neuesten Zeit vorgekommenen Fall dieser Art vorzutragen, bei welchem die Hülfsmittel zu einer wissenschaftlichen Konstruktion des Ereignisses vorhanden sind.

Dieser Fall trat im Spätherbst 1824 ein, als das ganze südliche Deutschland durch ein plötzliches gleichzeitiges Austreten fast aller seiner Flüsse ganz unerhörten Ueberschwemmungen ausgesetzt wurde. Besonders trafen dieselben den Oberrhein mit seinen Zuflüssen. Der Hauptstrom stieg bei Gernsheim im Darmstädtischen auf einmal in den letzten Tagen des Oktober bis auf 22 Fufs über seinen mittleren Stand, und er erhielt sich noch lange (bis zum 3ten November) bis zu 12 bis 13 Fufs über demselben. Besonders kolossal war die Wassermenge, welche der Neckar in diesen Tagen durch die Zuflüsse des obercn Schwarzwaldes ausführte. Er erreichte bei Efslingen unterhalb Tübingen eine Breite von mehr als 2000 Fufs Stromwasser, und trat an engeren Stellen des Thales bis zu 33 Fufs über seinen mittleren Stand. Einige seiner obersten Zuflüsse, die Enz und die Nagold, erreichten in engeren Schluchten am Ausgange des Schwarzwaldes gar die Höhe von 50 Fufs über ihren gewöhnlichen Stand, und richteten dabei natürlich furchtbare Verwüstungen an. — Die

Stadt Manheim war zu jener Zeit in der gröfsesten Gefahr, von der Wuth der bei ihr sich vereinigenden Ströme, Rhein und Neckar, fortgerissen zu werden, Mainz und Worms litten beträchtlich, und in den Niederlanden wurden ganze Provinzen in der Nähe der Rheinmündungen unter Wasser gesetzt.

Fast eben so grofs waren in derselben Zeit die Verheerungen, welche das Anschwellen der Donau mit ihren Nebenflüssen anrichtete. Der Lech stieg bei Augsburg schon im flachen Lande um 11 Fufs über seinen mittleren Stand, die Donau bei Regensburg gar um 17 Fufs, und der Inn bei Passau, welcher dort muthmafslich stets mehr Wasser führt als die Donau, stieg gar zu der unerhörten Gröfse von $25\frac{3}{4}$ Fufs über den mittleren Stand. Gleichzeitig schwollen auch die Mosel, Ahr, Weser, Leine, Fulda, Elbe, wenngleich nicht so stark an.

Aber eine grofse Bestürzung erregte es, dafs auch gleichzeitig mit den Flüssen das Meer sich in Bewegung setzte, und furchtbare Beschädigungen an den Küstenrändern unserer Nachbarländer anrichtete. So wurden die Ufer von Friesland und längs der ganzen deutschen und dänischen Nordseeküste auf eine zuvor seit Jahrhunderten nicht erhörte Weise verwüstet, und gleichzeitig trat die in noch so furchtbarem Andenken gebliebene Sturmfluth in St. Petersburg ein, welche diese Stadt durch das Austreten des durch Weststürme erhöheten Meeres an den Rand des Verderbens brachte.

Es fehlte damals nicht an Personen, welche diese aufserordentlichen, gleichzeitig eintretenden Ereignisse mit einander in mehr oder minder wahrscheinliche und wunderbare Beziehung brachten. Man meinte in ihnen die Wirkungen von ungewöhnlichen Aufregungen im Innern der Erde zu finden, welche die gewöhnliche Ordnung der Dinge verkehrt und den Wässern der Tiefe plötzlich den Ausgang verstattet hätten. Es hatte in den

Tagen der Ueberschwemmung zwar sehr stark geregnet, indefs, wie Viele meinten, doch bei weitem nicht so stark, wie in den durch ihre Nässe berüchtigten Sommern von 1816 und 1817, wo dergleichen Ueberschwemmungen nicht vorkamen. Man hatte im Schwarzwalde an jenen Tagen kleine Erderschütterungen verspürt, und dabei an Orten im Gebirge plötzlich sehr wasserreiche Quellen hervorbrechen sehen, wo sonst niemals davon Spuren bemerkt wurden. Diefs Alles schien zu beweisen, dafs der gemeinsame Grund dieses Uebels nicht allein in den vermehrten atmosphärischen Niederschlägen könne gesucht werden. Glücklicherweise indefs ist dieser Gegenstand von wissenschaftlichen Bearbeitern, welche den Gang der Ereignisse in der Nähe beobachteten, genauer untersucht worden, und es hat dabei sich ergeben, dafs wir zu keinen aufserordentlichen Hülfsmitteln unsere Zuflucht zu nehmen brauchen, um sie erklären zu können.

Munke *) hat auf eine sehr überzeugende Weise dargethan, dafs die Ansicht wenig begründet sey, welche den Zufluſs der aufserordentlich vermehrten Wassermenge aus dem Aufbrechen von unterirdischen Behältern herleitet. In solchen Fällen müfsten, da die ausgedehnten Behälter tief liegen, entweder Einsenkungen der Decke oder Erhebungen des Bodens erfolgt seyn, welche das Wasser heraustrieben; von solchen Niveau-Veränderungen aber, welche unstreitig die höchste Aufmerksamkeit erregen würden, ist durchaus nichts beobachtet worden, und bloſse Erderschütterungen anzunehmen, welche durch Schwankungen das Wasser so hoch in die Höhe geschleudert hätten, verwickelt uns vollends in die gröfsesten Schwierigkeiten, denn dazu liegen nicht nur solche unterirdische Wasserbehälter viel zu tief, sondern es hätten bei solchen Schwankungen wohl die Berge nicht

*) Poggend. Annal. III, S. 129.

unafficirt bleiben, kein Baum auf der Oberfläche stehen bleiben, kein Felsgipfel unverrückt seyn können.

Indefs zeigten auch noch andere Erscheinungen, dafs die Wässer dieser aufserordentlichen Zuflüsse in der That aus so grofser Tiefe wirklich nicht herstammen konnten. Das ganze Hügelland von Schwaben nämlich, längs dem Ostrande des Schwarzwaldes, ist von mächtigen und sehr ausgedehnten Salzlagern durchzogen, welche in etwa 6- bis 800 Fufs Tiefe unter demselben fortstreichen, und über welchen fast alle einigermafsen bedeutende Zuflüsse des Neckar hinwegströmen. Wären nun die Gewässer aus dem Innern hervorgetrieben worden, so müfsten sie nothwendig diese Salzlager ganz oder theilweise angegriffen und aufgelöst haben, und die Ueberschwemmungsfluthen würden salzig gewesen seyn, allein dieselben waren nicht nur süfse Gewässer, sondern, was unstreitig noch wichtiger ist, die unzähligen Salzquellen, welche in jenem Gebiete ihren Ursprung nehmen, waren bei der allgemein vermehrten Wassermenge ganz antheillos, und vermehrten ihren Zufluſs durchaus nicht. Auch die unstreitig aus grofser Tiefe kommenden warmen Mineralquellen, wie z. B. die von Baden, von Wildbad, Wiesbaden u. s. w., blieben bei dieser Gelegenheit ganz unverändert, ohnerachtet bei ihren Austrittsorten gerade sehr grofse Verwüstungen an der Oberfläche vorgingen. Es können daher tiefer im Innern der Erdrinde ganz entschieden keine Veränderungen bei dieser Gelegenheit vorgegangen seyn.

Um nun aber die Ursachen der grofsen Vermehrung der Wassermenge an der Erdoberfläche nachzuweisen, hat Munke gezeigt, dafs allerdings die Regenmenge im Jahre 1816 bei weitem geringer als die von 1824 gewesen sey. Es hatte im letzten Jahre schon vom Juli bis zum September ungewöhnlich viel geregnet, und da dabei stets eine niedrige Temperatur, also auch sehr wenig Verdunstung stattfand, so war der Zufluſs der Quel-

len sehr stark, der Boden reichlich mit Wasser gesättigt, und jeder ungewöhnliche Zuwachs mufste daher ein Ueberfliefsen veranlassen. Als dieser nun gegen Ende Oktobers kam, half noch ein anderer zufälliger Umstand die Wassermenge vermehren. Es hatte nämlich in den vorangegangenen Tagen, bei für die Jahreszeit sehr ungewöhnlicher Kälte, auf dem Schwarzwalde und den Tyroler- und Schweizer-Alpen stark geschneit; nun aber kam der Regen mit südlichen Winden, und da erhöhte sich die Lufttemperatur schnell, der Schnee schmolz, und es war daher ein ungeheuerer Zufluſs durch eine plötzlich vermehrte Wassermasse veranlafst, welcher nothwendig grofse Ueberschwemmungen zur Folge haben mufste.

Diese anziehende Schlufsreihe hat nun Schübler *) für die Erscheinungen, welche sich im Flufsgebiete des Neckar zutrugen, durch sehr befriedigende, auf Beobachtungen gegründete Berechnungen zu bestätigen versucht, welche wir daher hier kurz anführen wollen.

Schon in den letzten Tagen des Oktober, besonders seit dem 26sten, hatte es sehr stark geregnet, vom 28sten bis zum 30sten aber erfolgten sehr starke Ergiefsungen. Das Resultat von sieben Regenmessern, welche in den oberen Theilen des Neckargebietes beobachtet wurden, zeigte, dafs in diesen 36 Stunden im Mittel 4,6 Zoll Regenwasser gefallen waren, zu Freudenstadt auf dem Schwarzwalde sogar 7,2 Zoll; so viel aber hatte man dort noch niemals auf einmal in so kurzer Zeit fallen sehen. Die Flüsse fingen erst nach, und nicht, wie Einige behauptet hatten, vor dem Beginnen des grofsen Regens, den 29sten und 30sten, an zu steigen und traten über. Der Neckar fiel nach dem 30sten sogar wieder etwas, dann aber begann er wieder gegen den 2ten November zu steigen, da es den Tag vorher wieder fast

*) Poggend. Annal. III, 145 sq.

eben so viel als gegen Ende Oktobers geregnet hatte; es stand also Steigen und Fallen des Flusses in ganz direkter Beziehung mit dem Regenfalle. Um zu zeigen, dafs die Wassermenge, welche der Neckar führte, keinesweges im Mifsverhältnisse mit der gefallenen Regenmenge stehe, genügt folgender Ueberschlag.

Es fielen während der ersten 36 Stunden auf einen Quadratfufs Oberfläche über $\frac{1}{3}$ Kubikfufs Wasser, oder genauer 0,384. Diefs giebt auf eine Quadratmeile 200,219,590 Kubikfufs, und wenn man das Neckargebiet mindestens zu 100 Quadratmeilen anschlägt, so erhält man etwa 92 Millionen Kubikklafter (die Kubikklafter zu 216 Kubikfufs gerechnet) für diesen Flächenraum, und mithin für die Wassermenge, welche den unteren Nekkargegenden zuströmte. Rechnet man nun den Neckar während dieser Periode des Anschwellens zu einer durchgängigen mittleren Tiefe von 12 Fufs, bei 2000 Fufs mittlerer Breite, und bei einer mittleren Geschwindigkeit von 6 Fufs in der Sekunde (nach Versuchen bei Tübingen), so sind durch ihn in jeder Sekunde etwa 144,000 Kubikfufs Wasser geschüttet worden, welche für 36 Stunden etwa 86,448,610 Kubikklafter geben. Es bleiben mithin in der Einnahme noch etwa 5,550,000 Kubikklafter Ueberschufs, welche auch bei so feuchter Luft täglich durch Verdunstung fortgegangen seyn können. Schübler bemerkt überdiefs, dafs nach langjährigen Beobachtungen in den Neckargegenden während des Sommers täglich durchschnittlich 3 bis 4 Linien Regenwasser fallen, dafs, sobald in 24 Stunden beträchtlich mehr fällt, ein Austreten der Flüsse erfolge; nun waren aber diefsmal am 28sten und 29sten Oktober 3 Zoll 4 Linien, und folglich etwa 10mal so viel in 24 Stunden gefallen, und am 2ten November 1 Zoll 4 Linien, also etwa 4mal so viel; kein Wunder daher, dafs das Resultat der Ueberschwemmungen ganz ungeheuer war.

Diese Thatsachen können nur dazu dienen, unsere

früher entwickelte Ansicht von Entstehung der Quellen zu rechtfertigen, indem sie die Abhängigkeit ihres Zuflusses von der Menge der atmosphärischen Niederschläge zeigen. Noch will ich ferner bemerken, dafs in keinem bekannten Theile der Erde die Ueberschwemmungen, welche das Austreten der Flüsse und Quellen veranlafst, so grofs sind wie in Surinam, in Cayenne, im französischen Guyana; dort ist aber nach allen Nachrichten auch die Regenmenge, welche in kurzen Zeiträumen niederfällt, über alle Beschreibung grofs. Während im Würtembergischen ein Regenfall von 4,6 Zoll in 36 Stunden schon zu den ganz aufserordentlichen gehörte, und bedeutende Verheerungen anrichtete, fielen nach zuverlässigen Berichten in Cayenne in der Nacht vom 14ten zum 15ten Februar 1820 in 10 Stunden 10,25 Zoll Regenwasser, und im Monate Februar im Ganzen allein 121 Zoll (10 Fufs 1 Zoll), d. h. also mehr als dreimal so viel als es nach Dalton im Durchschnitt des ganzen Jahres in England regnet. In Europa beträgt, Eins ins Andere gerechnet, der mittlere Regenfall schon nach Torbern Bergman's Angabe etwa 15 bis 20 Zoll. Viele ähnliche Beispiele finden sich in Kämtz Meteorologie *).

Von der Beschaffenheit des Quellwassers.

Wahrscheinlich kein einziges unter den Wassern, welche die Quellen aus der Erdrinde an die Oberfläche bringen, ist als chemisch reines Wasser zu betrachten; immer enthalten dieselben, sobald sie einer genaueren Prüfung unterworfen werden, kleine Beimischungen von erdigen oder salzigen Substanzen in gröfserer oder geringerer Menge aufgelöst. Die gewöhnlichsten derselben sind, wenngleich in sehr wechselnden Quantitäten, Kalkerde, wahrscheinlich am meisten an Kohlensäure ge-

*) S. 420 u. folg.

bunden, und durch einen Ueberschufs derselben als saurer kohlensaurer Kalk darin aufgelöst; denn Kohlensäure scheint keinem Quellwasser ganz zu fehlen, welches nur hinlängliche Zeit in der Erde verweilt hat. Nächstdem enthalten die meisten Quellen etwas Gyps (schwefelsauren Kalk), und fast immer auch, wenngleich nur sehr kleine Quantitäten von Kochsalz, welches fast eben so allgemein als die Kalkerde verbreitet zu seyn pflegt, und sehr häufig kleine Beimengungen von organischen Substanzen, etwas harzige Stoffe, sogenannten Extraktiv-Stoff und dergl. Die Einwirkungen dieser Beimengungen, wenn sie auch in noch so geringer Menge vorhanden sind, geben dennoch dem Quellwasser einige Eigenthümlichkeiten, welche schon durch seine einfachsten Reaktionen gegen unsere Sinne, und namentlich durch den Geschmackssinn am leichtesten erkannt werden können. Chemisch reines Wasser hat bei einer dem Quellwasser gleichen Klarheit und Durchsichtigkeit dennoch meist einen faden oder indifferenten Geschmack, welchen auch das Wasser gröfserer Flüsse und das Regenwasser zu theilen pflegt; Quellwasser dagegen schmeckt, besonders durch den Einflufs der Kohlensäure, erfrischend und angenehm. Wenn es abgekocht wird, so läfst es den Ueberschufs seiner Kohlensäure fahren, und die Kalkerde setzt auf dem Boden der Gefäfse eine erdige oder steinähnliche Kruste ab, welche Pfannenstein oder Kesselstein genannt wird. Man glaubte in früheren Zeiten, dafs derselbe direkt aus dem Wasser bei solchen Gelegenheiten gebildet werde, und benutzte sogar diese Erscheinung, bei welcher sich, wie man glaubte, Wasser in Erde verwandele, zu allgemeinen Schlüssen über die Bildung unserer Erdrinde.

Mit einer Seifenlösung gemischt, nimmt das Quellwasser dieselbe nicht unbedingt an, und mischt sich mit ihr nicht gleichartig, sondern es bildet sich eine Menge von Flocken, und es setzt sich allmälig ein Niederschlag ab.

ab. Es kommt dieſs daher, weil sich die Kohlensäure, die Schwefelsäure und Salzsäure, des in der Seife enthaltenen Alkali's bemächtigen, und dafür der fettige Bestandtheil mit dem Kalk eine im Wasser unlösliche Kalkseife eingeht. Beim Kochen der Hülsenfrüchte (Erbsen, Bohnen u. dergl.) verhindert das Quellwasser ihr Weichwerden und Aufquellen, weil der Niederschlag an Kalkerde sich an die Schalen derselben anschliefst, und dem Wasser zu ihnen den Zutritt versagt.

Um diese Eigenschaften, welche am leichtesten bei den gewöhnlichen Anwendungen des Wassers bemerkt werden, mit einem Worte zu bezeichnen, bedient man sich gewöhnlich des Ausdruckes: das Wasser sey hart, und man unterscheidet es von dem weichen (Flufs- oder Regenwasser). Natürlich findet in den Graden der Härte des Wassers eine sehr verschiedene Reihenfolge von Abstufungen statt, und es giebt Gegenden, in welchen das Quellwasser fast zu allen häuslichen Zwecken wie das Flufs- und Regenwasser benutzt werden kann. Es ist dieſs der Fall fast in allen höheren Gebirgsgegenden, in welchen das Wasser fast eben so unverändert als es die atmosphärischen Dünste niedergeschlagen haben, wieder austritt, und in den tieferen sumpfigen Marschgegenden, an den Ufern gröfserer Flüsse, in welchen die Mehrzahl der Brunnen augenscheinlich von dem aus den Flüssen durchsickernden Wasser ernährt wird; doch sind dieſs Ausnahmen von der Regel.

Von diesem gewöhnlichen Zustande der Quellen macht nun auch ferner noch der eine Ausnahme, in welchem das Wasser besonders stark mit fremden Stoffen beladen ist, welche demselben eigenthümliche Eigenschaften, zum Theil äufserst auffallender Art geben. Solche Wasser nennen wir Mineralwässer oder Gesundbrunnen, ohne dafs ihr Wesen sich gegenwärtig durch Angabe irgend eines besonderen, genauer bestimmten Verhältnisses definiren liefse.

Der Stoffe, welche in den Mineralwässern gelöst vorkommen, kennen wir gegenwärtig schon eine sehr bedeutende Anzahl, und da täglich die Entdeckungen dieser Art sich mehren, so scheint es keinem Zweifel unterworfen, dafs bei dem Grade der Vollendung, welchen gegenwärtig der wissenschaftliche Zustand der Chemie erreicht hat, und bei der Gewandtheit der Analytiker im Auffinden der kleinsten Quantitäten eines Stoffes, die Folgezeit uns noch mit manchen bekannt machen werde, deren Gegenwart wir jetzt darin vielleicht noch nicht ahnen. Die am gewöhnlichsten vorkommenden, welche den häufigsten Mineralwässern ihren vorwaltenden Charakter geben, bestehen in mehr oder minder vollständigen Verbindungen einiger wenigen Säuren und salzfähiger Basen zu vollkommenen Neutralsalzen, oder in basischen und sauren Verbindungsstufen.

Unter den Säuren pflegt die Kohlensäure zu herrschen, und sie ist, wie neuerlichst noch Bischof bemerkt hat, fast so allgemein in den Wässern verbreitet, dafs sie vielleicht keinem unter allen fehlt, welche als Quellen hervortreten. In manchen Mineralwässern aber häuft sie sich so ausnehmend stark an, dafs sie nicht nur die in ihnen enthaltenen salzfähigen Basen, welche zu ihr in nächster Verwandtschaft stehen, sättigt und mit ihnen kohlensaure Salze bildet, sondern sie ist auch noch in grofser Menge überschüssig vorhanden, um sich theils rein mit dem Wasser zu vermischen, theils gasförmig in grofser Menge aus ihm aufzusteigen.

Nächst dieser gasförmigen Säure, deren Vorkommen und ausgezeichnete Wirkung in den Mineralquellen ihr bei den Alten schon den Namen des Brunnengeistes zuzog, sind die häufigsten die Schwefelsäure und Salzsäure. Sie sind fast ohne Ausnahme an Basen gebunden, doch in sehr seltenen Fällen hat man sie in neuerer Zeit in einigen Wässern als frei vorkommend kennen gelernt. Schon Bergman führt ein Wasser

zu Latera bei Viterbo im Kirchenstaate, einen Bach bildend, an, das durch seinen reichen Gehalt an Schwefelsäure die Aufmerksamkeit der Anwohner errege; ein anderes findet sich zu Selvena bei Siena.

Neuerlichst aber sind wir mit einer sehr viel auffallenderen Erscheinung dieser Art in Südamerika durch Alex. v. Humboldt bekannt geworden. Er fand nämlich, als er die Stadt Popayan besuchte, und den unmittelbar darüber aufsteigenden Vulkan von Puracé bestieg, auf einer Hochfläche von 8136 Fufs Höhe, bei dem Dorfe gleiches Namens einen sehr ansehnlichen Strom, welcher dort drei herrliche, weit berühmte Wasserfälle bildet; den zweiten derselben, 360 Fufs hoch, hat Alex. v. Humboldt abbilden lassen *(Vues des Cordill. Tab. 30.)*. Aber er verdient noch berühmter zu werden, weil sein Wasser einen auffallend sauren Geschmack und eine fressende Beschaffenheit hat; der Wasserstaub war so beizend, dafs er beim Verweilen neben dem Wasserfalle den Augen beschwerlich ward, und aus dem benachbarten Hauptstrome, dem Rio Cauca, welcher bei Popayan vorüberfliefst, werden dadurch bis 4 Stunden unterhalb seiner Einmündung alle Fische vertrieben; sie stellen sich erst wieder ein, nachdem der Flufs durch eine Menge von Süfswasserzuflüssen verdünnt worden ist. Dieser eigentlich saure Strom, dessen Quellen etwa 11,200 F. hoch liegen, wird deshalb von den Anwohnern der Essigstrom *(Rio Vinagre)* genannt, und mehrere in einiger Entfernung entspringende kleinere, eben so saure Bäche, nennen sie die kleinen Essigströme *(los dos Vinagres chicos)*. Die wohl unterrichteten Chemiker Boussingault und Rivero *) fanden bei ihrem längeren Aufenthalte durch eine genaue Analyse hierin einen nicht unbedeutenden Gehalt an Schwefelsäure und Salzsäure.

*) *Ann. de Chimie Oct.* 1824.

Aehnliche Erscheinungen sollen, den Nachrichten von Leschenault de la Tour zufolge, auf Java vorkommen, wo es einen kleinen vulkanischen See giebt, dessen Wasser vorwaltend freie Schwefelsäure und etwas Salzsäure enthält. Doch bleiben solche Erscheinungen immer sehr selten.

Alle andere Säuren, die etwa noch hin und wieder in den Mineralwässern vorkommen, sind fast nur als Seltenheiten zu betrachten, namentlich Salpetersäure (vielleicht noch die häufigste), Phosphorsäure und die Flufssäure, welche sich bekanntlich vor allen anderen dadurch auszeichnet, dafs sie die Kieselerde angreift. Sie ward erst vor wenig Jahren durch Berzelius' denkwürdige Arbeit über das Karlsbader Wasser als ein Bestandtheil von Mineralwasser überhaupt entdeckt, und ist seitdem von H. Struve im Selterwasser und im Wasser von Ems wieder aufgefunden worden, wenngleich nur in sehr geringer Quantität, deren Erkennung sehr schwierig ist.

Die mit diesen Säuren verbundenen salzfähigen Basen sind vorwaltend theils Erden, theils Alkalien. Am häufigsten unstreitig unter den ersteren ist die Kalkerde, theils mit der Kohlensäure zu gewöhnlichem Kalke, theils mit der Schwefelsäure zu Gyps verbunden, gewifs sehr selten oder vielleicht gar nicht als salzsaurer Kalk, und zuweilen, in Spuren, als phosphorsaure. Nächstdem ist zu nennen die Talkerde, schwefelsauer als Bittersalz, oder auch salzsauer und kohlensauer, vorzugsweise in den Salzquellen. Thonerde und Kieselerde sind schon Seltenheiten, erstere wohl am häufigsten noch in der schwefelsauren Verbindung als Alaun (zu Bath in England, Crems in Nieder-Oesterreich, Halle an der Saale; letztere in merkbarer Quantität wohl nur in einigen heifsen Quellen, wie auf Island, welche durch ihre reichen Kieselabsätze an den Rändern berühmt sind, und in den Quellen von Karlsbad, in welchen Klaproth

zuerst Kieselerde auffand. T. Bergman behauptet, dafs sie in den Quellen der Gegend von Upsala vorkommen. Neuerlichst hat denn auch Berzelius als grofse Seltenheit das Vorkommen der Strontianerde im Karlsbader Wasser bemerkt, Brandes hat sie im Pyrmonter Wasser gefunden, und Struve in dem von Selters und Ems zugleich mit etwas Baryterde, die vorher nicht in Mineralwässern gefunden ward.

Von den Alkalien ist unstreitig das Natron bei weitem das vorwaltendste; es erscheint theils salzsauer, als Kochsalz, und charakterisirt so durch seine Häufigkeit eine ganze Klasse von Mineralwässern, theils kohlensauer oder als Soda, welche neuerlichst von Bischof ebenfalls zum charakteristischen Bestandtheile einer ganzen Familie von Wässern erhoben worden ist, theils auch schwefelsauer, als Glaubersalz, ebenfalls in einigen Quellen in sehr beträchtlichen Quantitäten.

Nächst ihm ist das Kali zu erwähnen, was indefs nur als ein ausnahmsweise vorkommender Bestandtheil angeführt werden kann. Mit Salzsäure verbunden als Digestiv-Salz entdeckte es 1820 Fuchs in der Soole von Berchtesgaden, und diese Entdeckung ist besonders deshalb interessant, weil kurz zuvor Wollaston das Kali als einen gemeinsamen Bestandtheil des Meerwassers kennen gelehrt hatte. Bei dieser Gelegenheit ermittelte sich auch, dafs salzsaures und schwefelsaures Kali in ansehnlichen Quantitäten schon seit mehr als 20 Jahren in der Soole von Schönebeck bekannt waren und dort im Grofsen gewonnen wurden. Später hat Herrmann in Schönebeck das Kali in allen Salzquellen des preufsischen Staates gefunden. Salpetersauer, als Salpeter, kannte man es schon früher in den Salpeterquellen von Ungarn; Berzelius entdeckte es so in den Mineralquellen von Adolfsberg und Porla in Schweden, und Buchner in den Quellen von Münchshöfen in Baiern. Steinmann fand

Kali im Schlofsbrunnen zu Karlsbad; was man aber in älteren Analysen vom Salpetergehalt der Quellen angiebt, ist in der Regel nicht richtig.

Ammoniak scheint in Quellen nicht vorzukommen; wohl aber kennt man darin das erst vor wenigen Jahren entdeckte Lithion. Berzelius traf Spuren davon im Karlsbader Wasser und im Kreuzbrunnen; bei Marienbad fand er es in solcher Quantität, dafs diefs Wasser muthmafslich der an Lithion reichste Körper in der Natur ist. Von anderen basischen Stoffen verdienen ferner noch die metallischen und die ihnen analogen genannt zu werden. Unter diesen steht das Eisen oben an; so wie in der ganzen Natur, so ist es auch in den Wässern einer der verbreitetsten Körper, und nicht leicht mag es bei irgend einer Untersuchung ganz fehlend gefunden werden. Es ist am häufigsten mit der Kohlensäure verbunden, und giebt so einer ganzen Familie von Mineralwässern den vorwaltenden Charakter; selten kennt man es an Salzsäure gebunden, und diefs ist namentlich im Alexisbade der Fall. Eben so zeigt es sich in kleinen Quantitäten, mit Schwefelsäure verbunden, als Vitriol in den vitriolischen Quellen mancher Bergwerke. Nächst dem Eisen ist wohl noch das Kupfer am häufigsten, und bildet, an Schwefelsäure gebunden, die sogenannten Cementquellen, welche die Eigenschaft haben, Kupfer abzusetzen, wenn sie mit Eisen in Berührung treten. Endlich gedenken wir auch noch hier des Mangans (Braunsteinmetall), welches Berzelius zuerst an Kohlensäure gebunden in den Quellen von Karlsbad auffand, nachher auch in denen von Königswarth. Brandes entdeckte es später in denen von Pyrmont, Struve zu Ems, Selters, im Kreuzbrunnen, im Franzensbrunnen zu Eger.

Ein anderer merkwürdiger Stoff, welcher zuerst in der Soda des Meeres, dann in dem Meerwasser selbst

aufgefunden wurde, ist das Jod. Man suchte dasselbe bald in den Salzquellen, und es fand diefs zuerst 1822 Angelini in denen von Sales in Piemont, dann fand es Krüger in der Salzsoole von Sülz im Mecklenburgischen, später Meifsner bei Halle, und dann Egidj bei Ascoli im Kirchenstaate. Da derselbe Stoff schon früher durch Fuchs im Steinsalze gefunden ist, so enthalten Steinsalz und Salzquellen, sowohl unter sich als im Vergleiche mit dem Meerwasser, dieselben Stoffe; eine Entdeckung, welche zur Beurtheilung des Ursprunges dieser Substanzen einen hohen Grad von Wichtigkeit hat, wie wir später noch näher erörtern werden. In neuester Zeit hat man auch das zuerst im Meerwasser entdeckte Brom in einigen Quellen aufgefunden, namentlich in den Salzquellen, z. B. denen von Schönebeck, Kreuznach, Dürrheim, Schwenningen, Wimpfen, Jaxtfeld, Rosenheim.

Trotz dieser grofsen Menge verschiedenartiger Stoffe, welche die Quellen im Innern der Erdrinde aufnehmen, läfst es sich übrigens nicht verkennen, dafs dieselben eine gewisse Reihe von Hauptgruppen bilden, welche, da sie sich durch ähnliche physikalische Eigenschaften (Geschmack, Geruch, ähnliche medicinische Wirkungen u. s. w.) auszeichnen, schon lange darauf geleitet haben, die Mineralwässer in gewisse Klassen zusammenzustellen; man hat indefs bei den gewöhnlichen Eintheilungen dieser Art die Unterschiede viel zu sehr, und besonders des ärztlichen Gebrauches wegen, vervielfältigt, und ich glaube, dafs eine einfachere Anordnung genügen wird.

Zunächst mufs ich bemerken, dafs gewöhnlich die Wässer nach ihren Temperaturen in kalte und in warme Mineralquellen eingetheilt werden. Abgesehen davon indefs, dafs dieser Unterschied sehr relativ ist, weil die Temperaturen durch unzählige Uebergänge zwischen kalten und warmen vermittelt werden, und wir eigent-

lich jede Quelle zu den warmen zählen müssen, deren Temperatur über der Mitteltemperatur ihres Ursprungsortes liegt, so ist doch diese Unterscheidung mehr dem Arzte als dem Naturforscher von allgemeiner Wichtigkeit, denn wenngleich allerdings eine Quelle mehr oder minder Mineralstoffe aufgelöst enthalten kann, je nachdem sie eine höhere oder niedere Temperatur hat, so werden doch die Verwandtschaften der Stoffe durch die bei Quellen vorkommenden Temperatur-Verhältnisse nicht so merklich geändert, dafs wir die Hitze zum Charakter einer eigenen Hauptgruppe machen dürften. Eine und dieselbe Quelle kann, wie wir bald sehen werden, heifs oder kalt seyn, je nachdem ihr Ursprungsort höher oder tiefer liegt.

I. Unstreitig die ansehnlichste Hauptfamilie von Quellen ist diejenige, welche sich, abgesehen von ihren übrigen Bestandtheilen, durch einen überwiegenden Gehalt an Kohlensäure auszeichnet. Alle Quellen, welche hieher gehören, haben die Eigenschaft, mit einem polternden Geräusch an die Oberfläche zu treten, da ein Theil der Kohlensäure beim Hervortreten entweicht. Frisch geschöpft sieht man in ihnen eine Menge freier Gasperlen aufsteigen, und abgesehen von allem Beigeschmack haben sie den flüchtig reizenden säuerlichen Geschmack der Kohlensäure. Frisch getrunken veranlassen sie ein Prickeln auf der Zunge und in der Nase, und wenn das Poltern bei ihrem Aufsteigen sehr schwach ist, so verräth sich die auf ihrer Oberfläche ruhende Schicht des schweren kohlensauren Gases sehr leicht durch den Geruch, durch das Auslöschen der Lichter über ihnen, Ersticken kleiner Thiere, welche zufällig in diese Atmosphäre gerathen, und durch das vorübergehende Röthen von angefeuchtetem Lackmuspapier. Diese Quellen wollen wir im Allgemeinen Sauerbrunnen (*aquae acidulae* der Alten) nennen. Von ihnen giebt es einige bedeutendere Unterarten, nämlich:

1) Aechte Säuerlinge, bei welchen die Kohlensäure sehr vorwaltet, und nur in geringer Quantität andere Bestandtheile vorhanden sind, namentlich nur ein Minimum von Eisen. Sie haben einen rein sauern Geschmack und werden zur Kühlung im Sommer getrunken. Oft sind sie selbst empfindlich sauer, doch nie ätzend. So z. B. der Säuerling von Karlsbad, bei welchem Klaproth zweifelhaft wurde, ob sein starker Geschmack allein von der Kohlensäure herrühren könne, so die Wässer von Bilin in Böhmen, der Brodeldreis in der Eifel etc., welche indefs schon mehr erdige Bestandtheile enthalten und den Uebergang zu den folgenden machen, unzählige Wässer am südlichen Fufse des Erzgebirges, der Schiersäuerling bei Königswarth in Böhmen, der Säuerling von Pyrmont u. a. m.

2) Alkalische Säuerlinge, bei welchen nächst der Kohlensäure eine bedeutende Quantität alkalischer und erdiger Substanzen auftritt, die sich durch einen etwas laugenhaften Geschmack verrathen, bei Abwesenheit (oder bei sehr geringer Quantität) von Eisen. Das Alkali, dessen Geschmack hier gewöhnlich vorwaltet, ist das kohlensaure Natron, seltener findet sich noch dazu Glaubersalz oder Kochsalz. Zu dieser Klasse gehören u. a. die beliebten Wässer von Selters, Fachingen, Geilnau, Schwalbach und Ems im Nassauischen, Wildungen im Waldeckischen, Teplitz, Spaa, Rehburg, Karlsbad (worin Glaubersalz vorwaltet), Marienbad oder Kreuzbrunn in Böhmen, ferner Wiesbaden, der Salzbrunn bei Pyrmont, Salzbrunn in Schlesien (ausgezeichnet durch Kochsalzgehalt) Baden-Baden etc.

Man pflegt in dieser Klasse gewöhnlich drei Unterabtheilungen zu unterscheiden, nämlich alkalisch-erdige, wenn die erdigen Bestandtheile vorwalten, alkalisch-salinische, wenn die alkalischen Bestandtheile vorwalten, und muriatisch-salinische, wenn Koch-

salz vorwaltet, wie namentlich bei einigen Salzquellen, Salzuffeln, Rothenfelde in Osnabrück, Saline von Pyrmont etc.

3) Eisen-Säuerlinge oder eigentlich sogenannte Stahlwässer. Sie sind dadurch charakterisirt, dafs sie einen bedeutenderen Gehalt an Eisenoxydul nächst der Kohlensäure besitzen; derselbe ist gleichfalls an Kohlensäure gebunden, und giebt sich insbesondere durch einen eigenthümlichen zusammenziehenden, dintenähnlichen Geschmack zu erkennen, der sehr auffallend ist.

Da die Kohlensäure dieser Verbindung überdiefs sehr leicht an der Luft entweicht, so läfst sie dann das Eisen fahren, und es zeichnen sich daher zugleich alle diese Quellen dadurch aus, dafs sie an ihren Austrittspunkten eine bedeutende Quantität von Eisenoxydhydrat (gelbem Eisenocher) absetzen, und sich an der Luft schnell mit einer dünnen, fettig aussehenden Haut überziehen, welche aus derselben Substanz besteht, die auch einen Bodensatz in den Flaschen bildet. Diese Wässer sind ungemein häufig in der Natur, und ihrer kräftigen stärkenden Eigenschaften wegen sehr geschätzt. Oben an unter ihnen steht Pyrmont, nächstdem Driburg und die Mehrzahl der kleineren westphälischen Heilquellen (Meinberg, Brakel, Hofgeismar u. s. w.), ferner Franzensbad bei Eger, Kudowa in Schlesien, Steeben und Alexandersbad im Fichtelgebirge etc.

Fast eben so verbreitet und aus leicht zu errathenden Gründen mehr beachtet, auch wenn ihr Gehalt sehr gering ist, sind:

II. Die Salzquellen, ausgezeichnet durch ihren vorwaltenden Gehalt an Kochsalz, verbunden mit den übrigen oben angegebenen Bestandtheilen, welche oft in beträchtlicher Menge darin vorkommen, und wegen ihrer Uebereinstimmung mit den Stoffen, welche das Meer enthält, ein so hohes Interesse erregen. Sie verrathen sich durch den Geschmack auffallend genug, eben

so auch ohne gekostet zu werden, durch die eigenthümlichen Meerstrandskräuter, welche an ihren Austrittspunkten zu wachsen pflegen. Gewöhnlich sind sie arm an Eisengehalt wie an Kohlensäure.

Die Menge, in welcher das Kochsalz vom Wasser aufgenommen werden kann, ist, wie bei allen auflöslichen Salzen, beschränkt. Mehr als 26 bis 28 Prozent sind unter den gewöhnlichen Umständen nicht lösbar, und eine Salzsoole, welche diesen Gehalt erreicht, wird daher eine gesättigte genannt. Dampft man sie über diesen Antheil hinaus ab, so fängt sie an Kochsalz fallen zu lassen. Dieser gesättigte Zustand indefs kommt in der Natur bei den freiwillig austretenden Salzquellen nur selten vor; wir kennen ihn u. a. in Deutschland nur bei den Quellen von Lüneburg und bei den neuerlich in Süddeutschland erbohrten von Jaxtfeld, Dürrheim, Offenau und Wimpfen. Die Quellen von Halle an der Saale enthalten nahe an 21 Prozent Kochsalz, und gelten deshalb schon für sehr reich, die von Schönebeck bei Magdeburg enthalten nur $11\frac{1}{2}$ Prozent, und werden doch noch mit Vortheil benutzt; ja man versiedet sogar noch Salzsoolen, welche, wie z. B. auf der Saline von Münster am Stein, ohnweit Kreuznach an d. Nahe, nur $1\frac{1}{2}$ Proz. Kochsalz enthalten, und sich kaum durch den Geschmack noch als salzhaltig verrathen.

III. Die Bitterwasser schliefsen sich unmittelbar an die Salzquellen an, und zeichnen sich durch einen vorwaltenden Gehalt an schwefelsaurer Talkerde aus, welcher sich auffallend durch den Geschmack zu erkennen giebt. Sie enthalten nächstdem meist stets etwas Gyps und etwas kohlensaure Salze (Kalk und Talkerde). Chemisch zeichnen sie sich dadurch aus, dafs sie mit Säuren nicht brausen und hineingegossene Kali-Lösung trüben. Sie sind im Allgemeinen seltene Erscheinungen und auch immer nur schwache Lösungen. Am längsten bekannt sind unter ihnen die Quellen von Epsom in

der Grafschaft Surrey in England, und da von ihnen das Bittersalz am frühesten gewonnen ward, so hat es auch bekanntlich den Namen *sal anglicum* erhalten. Erst später hat man auch dergleichen, sogar sehr reichhaltige Quellen im Saatzer Kreise in Böhmen entdeckt, deren bekannteste die eine zu Steinwasser 3,5 Proz., die andere zu Sedlitz oder Saidschütz 1,3 Proz. Bittersalz enthalten.

IV. Schwefelwässer *(aquae hepaticae)*. Sie bilden eine sehr ansehnliche Klasse von Mineralwässern, welche sich sämmtlich dadurch auszeichnen, dafs sie einen gröfseren oder geringeren Gehalt an Schwefelwasserstoff besitzen; sie geben diefs durch ein Aushauchen des demselben eigenthümlichen faulen Eiergeruches und einen süfslichen Geschmack kund, und haben die Eigenheit, dafs, wenn sie auch gleich anfangs vollkommen klar und durchsichtig austreten, sie doch bald an der Luft trübe und milchicht werden, und den Schwefel in Gestalt eines weifsen Pulvers (als *lac sulphuris*) fallen lassen; daher ihre Ränder mit diesem weifsen Bodensatze reichlich umgeben zu seyn pflegen. Sie sind also sehr leicht kenntlich und bedürfen keiner weiteren Charakterisirung. Frisch geschöpft sind schwache Schwefelquellen häufig dadurch zu unterscheiden, dafs in sie hineingeworfenes frisch glänzendes Silber darin seinen Glanz verliert, und sich schnell auch bei sehr geringem Schwefelgehalte mit einem schwarzblauen Häutchen von Schwefelsilber bedeckt.

Diese Quellen enthalten überdiefs alkalische und erdige Mittelsalze, und man hat sie deshalb in alkalische, salinische und muriatisch-salinische eingetheilt. Es scheint indefs zweckmäfsiger, die Temperatur derselben zur Unterscheidung zu wählen, denn kalte Schwefelwasser sind im Stande einen gröfseren Schwefelwasserstoffgehalt zu besitzen, als heifse, sie sind daher auch, wenn es allein auf die Wirkungen des Schwefels an-

kommt, kräftiger als die heifsen, und um so gesuchter, als sie seltener sind. Zu den kalten Schwefelquellen gehören vorzugsweise viele Quellen Westphalens, wo unter allen bekannten Gegenden Mineralwässer dieser Art am häufigsten sind, wie zu Nenndorf, Eilssen, Bentheim, Koppenbrügge. — In Süddeutschland zeichnen sich in dieser Hinsicht die Quellen von Boll im Würtembergischen und Bocklet im Würzburgischen aus. Viele Quellen, welche in Mooren entspringen, gehören zu dieser Klasse, doch ist ihr Gehalt meist sehr unbedeutend und ihr Daseyn oft nur vorübergehend, wie die Quellen von Bramstedt und Oldesloe in Holstein.

Unter den warmen Schwefelquellen sind die altbekannten Quellen von Aachen und Burtscheid am berühmtesten, welche nahe an 46° Temperatur haben, ferner das Wildbad von Gastein im Salzburgischen, die Quelle von Baden bei Wien und von Niederbaden in der Schweiz (Kanton Aargau), ferner die lauwarmen Bäder von Landeck und Warmbrunn in Schlesien; die Quellen zu Bagnères in den Pyrenäen, welche schon den Römern bekannt waren, und die von Barèges. Das der Quantität nach reichlichste Schwefelwasser mögen leicht die kleinen Flüsse von Cuitimbu und San Pedro führen, welche am Fufse des neu erhobenen Vulkanes Jorullo in Mexiko ausbrechen, und dort kleine Wasserfälle bilden.

Diese Klassen von mit fremden Stoffen begabten Wässern sind es, welche man ihrer Einwirkung auf den menschlichen Körper wegen, gewöhnlich mit der Benennung Mineralwässer auszuzeichnen pflegt, es giebt indefs noch eine grofse Zahl von solchen mit anderen Stoffen beladenen, welche dadurch eigenthümliche Eigenschaften erlangen; unter diesen wollen wir nur die bedeutendsten anführen, es sind:

1) Salpeter-Quellen, ausgezeichnet durch ihren

Gehalt an salpetersaurem Kali, und deshalb auch zur Erzeugung desselben vorzugsweise benutzt. Keines der genauer bekannten Länder ist an denselben reicher als Ungarn. Am Samos, einem Flusse Siebenbürgens, kennt man deren eine grofse Zahl, und in der ganzen niederungarischen Steppe scheinen sie nicht minder sehr häufig zu seyn, ja sie sollen selbst bis in die Gegend von Wien fortsetzen. An den Punkten ihres Austretens vertilgen sie alle Vegetation, und häufig sammeln sie dort sich zu kleinen stehenden Pfützen an, auf welchen, wenn sie in trockener Jahreszeit abdunsten, der Salpeter auskrystallisirt *).

2) Naphtha- oder Bergöl-Quellen. Sie gehören streng genommen nur dann hieher, wenn die Naphtha bei ihrem Austreten einer Wasserquelle begegnet, und von dieser mit hervorgetrieben wird; dann erlangt das Wasser eine fettige Beschaffenheit, den durchdringenden Geruch des Erdöles, und ist es recht häufig, so schwimmt das letztere auf der Oberfläche in einzelnen Blasen oder in ganzen Schichten, und erlangt die so auffallende Eigenschaft, sich leicht an seiner Oberfläche zu entzünden, wenn ihr ein Licht genähert wird. Diese eigenthümlichen Quellen sind besonders häufig in vulkanischen Gegenden, wo das Erdöl höchst wahrscheinlich durch vulkanische Wärme aus den Gebirgsarten abgeschieden wird; so namentlich in den südlichen Küstenländern des kaspischen Meeres, an der Ostseite bei Baku, in der Krimm und der ihr gegenüberliegenden Küste an der Mündung des Kuban. Aehnliche kennt man auch in Ober-Italien bei Bologna, Modena. Auf der Insel Trinidad, an der Mündung des Orinoco, giebt es sogar ein ganzes Seebecken voll Erdpech. Doch auch ohne vulkanische Wirkungen entwickelt sich das Erdpech zuweilen fortdauernd durch die Zersetzung

*) Rückert in Crells Annal. 1793. I, S. 224.

organischer Körper in den Gebirgsarten (Steinkohle, bituminöser Schieferthon und dergl.), wie z. B. an den Rändern der norddeutschen Ebene bei Klein-Scheppenstädt, bei Braunschweig, zu Eschhof, Ohbergen im Hildesheimischen, wo man eine bedeutende Menge Erdöl aus zugleich salzigen Quellen gewinnt; näher bei Hannover giebt es noch viele Quellen dieser Art zu Haenigsen, Edemissen, Winsen a. d. Aller, welche Hausmann beschrieben hat; in der Schweiz am Jura bei Orbe und bei Luzern; auch in Nordamerika in der Grafschaft Alleghany, wo eine sehr reiche Quelle der Art bekannt ist, und von ihr ein kleiner mit Oel bedeckter Flufs, genannt Oil Creek, ausgeht.

3) Cement-Quellen. Unter diesem Namen versteht man Quellen, welche Kupfer-Vitriol aufgelöst enthalten; sie zeichnen sich dadurch aus, dafs sie schon bei sehr vorübergehender Berührung hineingetauchtes Eisen mit einer metallischen rothen Kupferhaut überziehen. Setzt man das Eisen aber längere Zeit hindurch ihrer Einwirkung aus, so wird der Kupfer-Vitriol zersetzt, es bildet sich Eisen-Vitriol, der im Wasser aufgelöst bleibt, und regulinisches Kupfer; da diefs nur allmälig geschieht, und die Kupfertheile sich in die Stelle des zerstörten Eisens ansetzen, so wird successive das hineingeworfene Eisen mit Beibehaltung seiner äufseren Gestalt in Kupfer verwandelt. Man macht von dieser Erscheinung an einigen Orten im Grofsen Anwendung zur Gewinnung guten Kupfers in gediegenem Zustande auf eine sehr einfache Weise; so zu Neusohl in Ungarn, wo eine Quelle der Art einen über 20 Fufs tiefen Brunnen bildet, und wo man 1707 auf diese Weise 88 Cent. Kupfer gewann, zu Schmölnitz in Ungarn, zu St. Pölten in Steyermark, Jenichen in Tyrol, zu Fahlun in Schweden, zu Wicklow in Irland. Ein sehr starkes Cementwasser kennt man zu Lancaster in Pennsylvanien; schwächere Quellen der Art zeigen sich auch zu

Altenberg im Erzgebirge und am Rammelsberge bei Goslar, wo man 5 bis 6 Centner im Jahre auf diese Weise gewinnt.

4) Inkrustirende Quellen pflegt man solche zu nennen, welche die Eigenschaft haben, einen Theil ihrer aufgelösten erdigen Bestandtheile nach ihrem Austreten fallen zu lassen, und ihn auf die damit in Berührung kommenden Körper der Umgebungen als eine Kruste von steinartiger Beschaffenheit abzusetzen. Je reichlicher diese Quellen solche ausscheidbare Bestandtheile enthalten, desto schneller gehen natürlich auch ihre Inkrustationen vor sich, und selbst sehr leicht durch das Wasser zerstörbare Gegenstände können dadurch scheinbar in Stein umgewandelt werden. Der Stein selbst, welcher auf solche Weise erzeugt wird, heifst nach einem allgemein eingeführten Sprachgebrauch Tuff oder Sinter, welcher letztere Name indefs auf die krystallinischeren Abänderungen angewendet wird.

Die chemische Zusammensetzung dieser Tuffe zeigt, dafs sie entweder aus Kieselerde oder aus kohlensaurem Kalke bestehen. Kieselerde ist von beiden das seltenste Resultat, und wir haben von ihrem Absatze aus den heifsen vulkanischen Mineralquellen von Island und Italien etc. bereits ausführlich gesprochen. Kohlensaure Kalkerde setzt sich überall aus den Quellen ab, welche aus Kalkgebirgen entspringen, und sie bildet dann oft ungeheuer mächtige Massen, in welchen die inkrustirten Reste von Pflanzen und Thieren oft mit grofser Zartheit erhalten in Menge vorkommen, Alle kalksteinreiche Gegenden unseres Vaterlandes liefern reichliche Beispiele; so die Gegend zwischen dem Harze und dem Thüringer Walde; auf dem Eichsfelde, bei Langensalza, Mülhausen, Gotha, Tonna, finden sich Tuffablagerungen von bedeutender Stärke. Sie bilden sich noch so häufig fort, dafs man an vielen Punkten genöthigt ist, nach wenigen Jahren die

die Mühlengerinne, in welchen solche Quellen geleitet werden, auszuhauen, wie bei Göttingen. Einer der ausgezeichnetsten Punkte dieses Vorkommens ist zu Königslutter bei Braunschweig; eben so zeigt sich im Triebschen Thale bei Meifsen ein sehr ausgezeichneter Kalk-Tuff, reich an Ueberresten organischer Körper.

Kein Land der Erde mag indefs so viele und ausgezeichnete Beispiele von dem Vorkommen dieses Sinter-Absatzes aufzuweisen haben, als Italien, wo die mächtige kalkreiche Kette der Apenninen zu seiner Bildung eine ganz ausgezeichnete Gelegenheit darbietet. Seit den ältesten Zeiten ist der Travertino, *lapis tiburtinus* der Alten, berühmt, aus welchem die Römer so viele der bedeutendsten ihrer Bauwerke, wie das Colosseum, aufführten, und welcher sich noch jetzt unter unseren Augen in der Campagna di Roma fortbildet. Nirgend geht unter gewöhnlichen Umständen die Bildung desselben reichlicher vor sich, als an den Cascaden von Tivoli. Dort setzt man deshalb kleine Bildwerke (Heiligenstatuen, Crucifixe und dergl.) dem Staube der Wasserfälle aus, und sieht sie dann nach einiger Zeit durch diese Benetzung mit blinkernden Kalksinterkörnchen bezogen, welche ihnen das Ansehen von Zukkerwerk geben; daher der Name *confetti di Tivoli*. Eine ganz ähnliche Bildung ist der Dornstein an den Gradirhäusern vieler Salinen, deren Quellen zum Theil sehr krystallinische Sinterabsätze darbieten, ausgezeichnet z. B. bei Salzkotten und Rothenfelde in Westphalen.

Wenn indefs solche kalkführende Quellen heifs sind, so üben sie gewöhnlich noch eine viel ausgezeichnetere inkrustirende Kraft aus, denn sie sind nicht nur alsdann im Stande, der erhöhten Temperatur wegen, mehr Kalkerde aufzulösen, sondern sie lassen dieselbe auch bei ihrem Austritte schneller fahren.

Sehr berühmt ist deshalb unter den uns näher lie-

genden Erscheinungen dieser Art die versteinernde Kraft der Quellen von Karlsbad; sie haben an ihren Austrittsorten eine Decke von sehr ausgezeichnetem Sinter *) gebildet, welchen man dort die Sprudelschaale nennt, voll Höhlungen, in denen das Wasser sich sammelt, um dann bald hier, bald dort wieder auszubrechen. Der gröfste Theil der Stadt Karlsbad ist selbst auf solchem Boden erbaut, und der Einsturz von einzelnen Theilen desselben hat schon mehrmals grofses Unglück veranlafst. Berzelius hat diesen Sinter analysirt, und in ihm vorherrschend (96 bis 97 Prozent) kohlensaure Kalkerde gefunden (oder eigentlich Arragonit mit 0,30 bis 0,32 Proz. kohlensaurem Strontian). Eben hieher gehört auch der Karlsbader Erbsenstein, dessen Bildung schon Becher erklärte; und von der schnell inkrustirenden Kraft des dortigen Sprudels liefern die mancherlei Spielereien, als Blumensträufse, Vogelnester und dergl., welche man in den meisten Raritätensammlungen findet, einen Beweis.

Die Aachner Quelle und noch viele andere heifse Quellen zeigen ähnliche Eigenschaften, wenngleich freilich selten in so hohem Grade.

Unter den vielen heifsen Quellen Italiens, welche ich gesehen habe, verdienen in dieser Hinsicht ganz besonders die von San Filippo am Monte Amiata in Toskana eine Auszeichnung, denn dort haben die Quellen sich einen ganzen Hügel von schneeweifsem reinen Kalksinter gebildet, und man benutzt das in reichem Maafse hervorströmende Wasser, um dadurch in wenigen Tagen ganze Basreliefs abzuformen, welche das Ansehen unserer von Biscuit (unglasurtem Porzellan) gemachten sogenannten *Lithophane* erhalten (man verkauft sie zu Radicofani). Berühmt und in dieser Bezie-

*) S. v. Hoff Karlsbad S. 25 u. Taf. III.

hung von Reisenden viel besucht, ist die so kalkreiche warme Schwefelquelle der Solfatara bei Tivoli.

Doch ans Wunderbare fast grenzend ist die versteinernde Kraft einer Quelle in Peru, von welcher Feuillée *) Nachricht giebt. Dieselbe liegt nicht fern von der durch ihre Quecksilberbergwerke berühmten Stadt Huancavelica, etwa 70 Stunden von Lima, und ist sehr heifs. Das Wasser derselben setzt bei seinem Austreten so viel steinige Masse ab, dafs es fast das Ansehen hat, als verwandele dasselbe sich ganz in Stein; dieser ist fest, gelblichweifs und durchscheinend, und wird häufig zum Bauen benutzt. Um sich aber die Mühe des Behauens der Steine zu ersparen, legt man Formen von Quadern an den Austritt der Quelle, und läfst das Wasser hineinlaufen; in kurzer Zeit sind dieselben mit brauchbarer Steinmasse erfüllt; selbst die Bildhauer sollen ihre Werke diesem Wasser als hohle Formen vorlegen, und so ganze Statuen erhalten, welche später nur abgeschliffen und polirt zu werden brauchen. Ein grofser Theil der Heiligenbilder und der schönsten Gefäfse in den Kirchen von Lima ist auf diese eigenthümliche Weise verfertigt. Es bleibt indefs zu wünschen, dafs dieses in seiner Art einzige Beispiel von neueren Naturforschern wieder untersucht würde.

Nachdem wir nun die Eigenthümlichkeiten in der Beschaffenheit des Quellwassers kennen gelernt haben, wird es unstreitig noch von hohem Interesse seyn, die Frage zu beantworten: Woher diese Eigenthümlichkeiten des Quellwassers rühren, und welches also die Ursachen von der Entstehung der Mineralwässer seyen.

---

*) *Hist. de trembl. de terre etc. II*, 267.

Diese Frage, deren Lösung für die Kenntnifs der chemischen Processe, welche im Innern unserer Erdrinde fortwährend stattfinden, von Wichtigkeit ist, scheint auf den ersten Blick äufserst leicht zu beantworten, denn die Quellwässer werden von der Erdoberfläche in fast chemisch reinem Zustande aus den Niederschlägen der Atmosphäre aufgenommen, und müssen also im Innern der Erdrinde auf ihrem Wege zu den Ursprungsorten den Stoffen begegnen, welche sie aufzulösen und mit sich fortzuführen im Stande sind. Quellen von gewisser Beschaffenheit müssen daher auch ihren Ursprung nur von gewissen Orten hernehmen können, wo die in ihnen enthaltenen Stoffe in hinreichender Menge in der Erdrinde vorhanden sind, und diese einfache natürliche Ansicht ist daher auch bei den meisten Naturforschern aller Zeiten die vorwaltende gewesen. Schon Plinius ward deshalb zu dem Ausspruche veranlafst:

Tales sunt aquae, qualis est terra, per quam fluunt. —

Es ist indefs, wie wir sehen werden, nicht leicht, diesen Satz selbst gegenwärtig in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen über die Beschaffenheit unserer Erdrinde zu bringen, und es hat daher dieser einfachen und natürlichen Ansicht nicht an Gegnern gefehlt, deren Argumente wir mithin in der Folge zum Theil noch einer genaueren Beleuchtung unterwerfen müssen.

Zunächst giebt es wohl keine Art von Quellen, deren Auftreten in so hohem Grade der von uns vorgetragenen Auflösungs-Ansicht (Auflösungs-Theorie) das Wort zu reden scheint, als die Salzquellen. Es ist allgemein bekannt, dafs es grofse Quantitäten von Steinsalz im Innern der Erde giebt, welche vom Wasser sehr leicht angegriffen werden, und welche völlig dieselben Bestandtheile enthalten, die wir in unseren Salzsoolen aufgelöst finden. Es ist daher nichts natürlicher, als die Salzquellen von den Steinsalzmassen abzuleiten. Um in-

dafs diese Ansicht völlig erweisen zu können, oder ihr doch wenigstens einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit zu geben, wird es nöthig seyn, die Erscheinungen, welche die Salzquellen darbieten, etwas genauer zu betrachten, und sie mit denen zu vergleichen, welche sie darbieten müfsten, wenn sie auf die angegebene Weise entstehen sollten.

Zunächst ist hiebei wohl die Frage von Wichtigkeit, ob wir überall da, wo Salzquellen entspringen, in der Erdrinde auch Steinsalz und dasselbe in solcher Lage befindlich wahrnehmen, dafs wir die Quellen von ihm herzuleiten im Stande sind. Diese Frage läfst sich nach dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse zwar nur bedingungsweise, wenngleich zu Gunsten unserer Ansicht beantworten; denn wir müssen wohl zugeben, dafs an vielen Orten zwar Salzquellen entspringen, in deren Nähe bis jetzt noch kein Steinsalz aufgefunden worden ist, wie bei den Salzquellen von Magdeburg, Halle, in Westphalen. Indefs ist das umgekehrte Verhältnifs, dafs es irgendwo Steinsalz gebe, wo keine Salzquellen vorkommen, bisher noch niemals beobachtet worden. Interessant ist aber in dieses Beziehung die Thatsache, dafs an vielen Punkten, wo man Jahrhunderte lang nur Salzquellen gekannt hatte, oft unerwartet durch irgend einen Zufall Steinsalz in sehr grofser Menge gefunden wurde.

Erst die Geschichte der letzten 20 Jahre hat uns von derselben einige ausgezeichnete Beispiele dargeboten, von welchen die bedeutenderen hier eine kurze Erwähnung verdienen. Noch vor kaum mehr als etwa 12 Jahren zählten die meisten süddeutschen Staaten das Kochsalz nur in so geringer Quantität zu den Erzeugnissen ihres Bodens, dafs sie davon nur mit Mühe ihren eigenen Bedarf zu bestreiten im Stande waren. Baiern und Oesterreich besafsen allein einige bedeutendere Salzniederlagen im Salzburgischen im sogenannten Salzkammergut und im benachbarten Tyrol, und durch eine

kostspielige und mühsame Gewinnung versorgten sie von dort aus ihre Länder mit Kochsalz; die benachbarte Schweiz war nur im Stande, aus der salzarmen Saline von Bex einen kleinen Theil ihrer Bedürfnisse zu bestreiten; Würtemberg besafs nur die unbedeutenden Salinen zu Offenau am Neckar, zu Hall und Weisbach am Kocher, und Sulz am Neckar, deren Quellen bei ihrer grofsen Armuth unbeachtet geblieben wären, wenn nicht das Bedürfnifs nach Kochsalz so grofs gewesen. Baden endlich erzeugte zu jener Zeit gar kein Salz in seinem Lande. Schon mehrmals hatte man sich in neueren Zeiten genöthigt gesehen, zu Offenau, wo der Gehalt der schwachen Quellen bei anhaltendem Gebrauche sehr abnahm, durch Bohrversuche nach neuen stärkeren zu suchen; diefs Mittel wirkte indefs immer nur palliativ und für kurze Dauer, und man kam daher auf den Gedanken, dafs diese Quellen wohl einem in der Tiefe liegenden, wenig mächtigen Salzstocke, welcher successiv ausgelaugt würde, ihren Ursprung verdanken möchten.

Durch einen Erdfall, welcher sich im Jahre 1804 bei Wimpfen ereignete, ward man zuerst auf diese Gegend wieder aufmerksam. Man untersuchte genauer die in ihr vorkommenden Gebirgsarten, und 1812 fand der als Salinist und Mechaniker ausgezeichnete von Langsdorf in einer Gypsgrube Spuren von Steinsalz. Diefs veranlafste, auf seine Anzeige, die Würtembergische Regierung, hier ausgedehntere Bohrversuche anstellen zu lassen. Man begann sie im August 1812, arbeitete drei Jahre hindurch beharrlich, doch stets vergeblich, fort, und fand nur gegen das Ende des Jahres 1815 einige stärkere Salzquellen in der Tiefe. Als man aber eben damit beschäftigt war, dieselben zu fassen und zur Benutzung einzurichten, da kam man endlich zu nicht geringer Ueberraschung im Frühjahre 1816 auf Steinsalz, das in 475 F. Tiefe begann, und zwar durch zwischen-

liegende Gypslagen und Thonstreifen verunreinigt gegen 60 F. anhielt.

Die Folgen, welche diese merkwürdige Entdeckung für die Gewerbthätigkeit jener Gegenden nach sich zog, waren unberechenbar. Es war natürlich, aus der Kenntnifs der Lagerungsverhältnisse, in welchen das Steinsalz hier aufgefunden wurde, und aus der Vertheilung der unbedeutenden Salzquellen im Lande zu schliefsen, dafs die Verbreitung des Salzes nicht allein auf den zuerst bekannt gewordenen Fundort beschränkt seyn möchte, und mit erneuerter Thätigkeit, so wie auch mit glücklichem Erfolge, suchte man es nun überall, wo die Umstände des ersten Versuches für die Wahrscheinlichkeit seiner Auffindung einen Wink gaben. Zunächst in den Umgebungen von Wimpfen fand man es auf das Nachbargebiet übersetzend in hinreichender Menge, und der von Würtemberg neu eingerichteten Saline Friedrichshall bei Jaxtfeld gegenüber, wurde im Darmstädtischen ein ausgedehntes Werk, Ludwigshall, 1818 angelegt. — Auch auf der benachbarten armen Saline Offenau gelang es 2 Jahre später, 1820, durch unablässig fortgesetzte Versuche nun ein mächtiges Steinsalzlager zu finden. Zu Hall, das in gröfserer Entfernung am Kocher liegt, fand man nach mehreren verunglückten Versuchen, welche selbst das Verschwinden der Quelle zu bewirken drohten, endlich ebenfalls das Steinsalz im August 1822, und dort ist es so leicht zu gewinnen, dafs man eine Steinsalzförderung anlegen konnte, und im Jahre 1826 154,000 Centner gewann. Eben so fand man weiterhin endlich am oberen Neckar fast überall Steinsalz, wo sich Salzquellen in der Nähe befanden; so 1822 bei Dürrheim im Badenschen, wo es fast 100 Fufs reine Mächtigkeit hatte, so zu Schwenningen und Rottweil, wo zwei sehr einträgliche Salinen seit dem Jahre 1824 eingerichtet worden, und fast überall

kann man jetzt angeben, in welcher Tiefe unter der Oberfläche das Steinsalz sich in einem Landstriche von wenigstens gegen 50 Quadratmeilen Flächeninhalt befindet. Jene Gegend von Deutschland ist mit einem Worte so aus einer der salzärmsten nun in eine der salzreichsten verwandelt worden.

Merkwürdig ist es, dafs fast zu derselben Zeit, in welcher man in Süddeutschland diese erfolgreichen Versuche anstellte, in dem östlichen Theile von Frankreich durch Zufall eine analoge Entdeckung gemacht ward. Auch Frankreich gehörte bisher zu den salzarmen Ländern, und aufser den unbedeutenden Salzquellen in den Pyrenäen und am westlichen Abhange des Jura, in der Franche Comté und den wichtigeren in Lothringen, war man genöthigt, das Salz grofsentheils durch eine mühsame und der Gesundheit schädliche Bereitung aus dem mittelländischen Meere zu nehmen. Man kannte früher eine sehr grofse Anzahl von ärmeren Salzquellen in dem Thale der Seille zwischen Metz und Saarburg an dem Fufse der Vogesen, von denen die reicheren Quellen auf den Salinen von Dieuze, Moyen Vic, Chateau Salins benutzt wurden. Der Zufall führte hier auf die Entdeckung des Steinsalzes, welches bei einem Bohrversuche am 5ten Mai 1819 getroffen wurde, der in der Absicht unternommen seyn soll, um Steinkohlen aufzufinden. Man verfolgte diese Entdekkung, und da fand man das Steinsalz in einem Distrikte von wenigstens 8 Quadratmeilen Flächeninhalt verbreitet, reiner und stärker selbst als in Schwaben, denn man kennt dort nun gegenwärtig schon wenigstens neun Lagen übereinander, und darunter eine von 45 F. Stärke.

Was so in Süddeutschland und Frankreich gelungen war, gelang auch an mehreren Punkten in Norddeutschland. Geleitet von den Erfahrungen über das Vorkommen des Steinsalzes in Schwaben, suchte man dasselbe nun auch unter analogen Verhältnissen an der Nordseite

des Thüringer Waldes, und Glenk fand es dort zuerst 1827 in 610 Fufs Tiefe zu Buffleben bei Gotha, und bald darauf in der gröfseren Tiefe von 1173 Fufs zu Stotternheim bei Erfurt, und in der sehr geringen Tiefe von 162 Fufs bei Langenberg unfern Gera. Es ist keinem Zweifel unterworfen, dafs man dasselbe noch an sehr vielen Orten in den Umgebungen des Thüringer Waldes sowohl als des Harzes auffinden würde, wenn nicht die so reichlich in diesem Lande vorhandenen und wohlbenutzten Soolquellen die Untersuchungen lässiger betreiben liefsen und deren Erfolg wenig gewinnreich machten.

Wir würden leicht die Zahl ähnlicher Beispiele des Vorkommens von Steinsalz, wo man früher nur einige Salzquellen bemerkt hatte, vermehren können, doch wollen wir uns beschränken in dieser Beziehung nur noch England zu nennen. — Denn auch hier sind in den salzreichen Gegenden dieselben Erfahrungen gemacht worden, wie erst kürzlich in Frankreich und in Deutschland. Zu den Zeiten der Königin Elisabeth nämlich kannte man in England noch kein Steinsalz; die dort bekannten Salzquellen wurden in einigen hundert kleinen Siedereien benutzt, ja schon die Römer legten im Jahre 640 nach Chr. einen Zoll auf das Salz von Britannien. Später aber entdeckte man in der Nähe der Salzquellen die mächtigen Steinsalzlager von Northwich in Cheshire, und gegenwärtig reicht bekanntlich die Menge des Salzes, welche Liverpool ausführt, hin, um aufser England noch Norwegen und Schweden, Dänemark, und einen grofsen Theil der Küstenländer von Deutschland und Preufsen zu versorgen, und kennt man auch gleich in England noch einige Salzquellen, welche fern von diesem Steinsalzlager liegen, so ist es doch unstreitig auch wichtig zu wissen, dafs sie sämmtlich aus derselben Gebirgsart entspringen, welche die Salzlager gleichzeitig einschliefst.

Auch zu Bex an der Rhone, unterhalb Martigny, wo man sich früher mit in ihrem Gehalte sehr veränderlichen Salzwässern begnügte, hat Joh. v. Charpentier neuerlich eine bedeutendere Menge reineres Steinsalz gefunden *). Die Salzquellen von Reichenhall in Baiern entspringen am Fufse der mächtigen Salzstöcke von Hallein und Berchtesgaden, und alle die unzähligen Salzquellen Galliziens am nördlichen Abfalle der Karpaten, die Salzwässer von Ungarn, im Innern von Siebenbürgen und in der Moldau, kommen sämmtlich in Gebirgen vor, in welchen das Steinsalz eine aufserordentliche Verbreitung besitzt, ja zum Theil am stärksten an solchen Orten, wo die mächtigsten und reinsten Steinsalzlager auftreten.

Unstreitig mufs bei der Kenntnifs dieses so häufig deutlichen und unabweislichen Zusammenhanges der Salzquellen und des Steinsalzes ein Bemühen, die Entstehung der ersteren auf dem Wege der Auflösung zu leugnen, als fruchtlos und der einfachen Erscheinung widersprechend betrachtet werden; nichtsdestoweniger sind diese Versuche bis in die neueste Zeit wiederholt worden. Wir wollen zuvor dieselben hier im Allgemeinen übergehen, doch erscheint es nicht unpassend, einige merkwürdige Erscheinungen zu erwähnen, welche die Salzquellen überhaupt zeigen, und welche eben so entschieden als die Nähe des Steinsalzes für ihr Entstehen auf dem Wege der Auflösung sprechen. — Besonders interessant sind in dieser Beziehung die Thatsachen, welche v. Alberti anführt, dessen mehrjährige Erfahrungen sich vorzugsweise über das salzführende Gebirge von Würtemberg erstrecken.

Ueberall hat man in diesen Gegenden die interessante Erfahrung gemacht, dafs nirgend, wo bisher Steinsalz angebohrt wurde, sich innerhalb desselben überhaupt

*) Poggend. Ann. III, 75. — 1824 und 1825.

Quellen befanden, überall fand man mit unbedeutenden Ausnahmen das Salz fest und trocken, verwachsen mit Gyps und umgeben von einer Thonmasse, welche auch in der Nähe anderer Salzmassen bekannt ist (Wieliczka, Hall in Tyrol u. s. w.), und dem Wasser undurchdringlich erscheint. Waren nur durch diese Umgebung oder Decke erst Bohrlöcher gestofsen, und konnten die Quellen, welche zwischen den Schichten der höher liegenden Gebirgsarten fliefsen, in ihnen niedersinken, so stellten sich auch bald in den Bohrlöchern Salzwässer ein. Je höher diese Wassersäule, also auch der Druck ist, den sie ausübt, desto schneller scheint auch die Auflösung des Steinsalzes vorzugehen, und oft geschieht sie fast in einem Augenblicke, ja bei Sulz ist der Druck der Wassersäule so grofs, dafs er die Soole durch die unsichtbaren Poren des festen Gesteines preſst, und bei Hall, wo man in den niedergestofsenen Bohrlöchern nicht Wasser genug fand, pumpt man süfses Wasser aus dem benachbarten Kocher hinein, und zieht salziges Wasser dafür in so grofser Menge, als man es zu gewinnen für rathsam hält, wieder aus.

Man hat ferner bemerkt, dafs überall, wo das Steinsalz in grofser Mächtigkeit vorkommt, die Soole desselben Bohrloches sich allmälig veredelt, erst von schwachem Gehalt und dann allmälig immer stärker und stärker hervortritt, endlich gesättigt erscheint und in diesem Zustande so lange bleibt, als der Salzvorrath anhält. Dieſs kann auch wohl kaum anders seyn bei der Voraussetzung eines Auslaugungsprocesses, welcher sich allmälig den Weg bahnt, und die angreifbare Oberfläche des auflöslichen Körpers beständig vermehrt. Ist das Salz indefs nicht mächtig, so zeigen sich diese Erscheinungen nur sehr unvollkommen, und es ist das Anhalten der gesättigten Soole in enge Grenzen eingeschlossen, wie zu Offenau, das an der Grenze des Salzstokkes liegt; dort hat man schon öfter die Bohrlöcher wech-

seln müssen, um neues Feld zum Auslaugen zu suchen. Aehnliche Beispiele von der Abnahme des Salzgehaltes in den Bohrlöchern kennt man auch auf anderen Salinen, wie zu Königsborn bei Unna.

Es ist eine auf den meisten Salinen gemachte Erfahrung, auch bei solchen, in deren Nähe noch kein Steinsalz aufgefunden worden ist, dafs, wenn die Soole sich an Quantität, an Wassermenge vermehrt, sie auch an Qualität, an Salzgehalt zunimmt. Nach nassen Jahren findet man immer die Förderung solcher Werke nicht nur wasser-, sondern auch salzreicher; es darf diefs nicht anders erwartet werden, wenn man erwägt, dafs mit dem vermehrten Zuflusse süfser Gewässer sich auch deren auf die Salzstöcke einwirkende Druckhöhe vermehrt, dafs ausgelaugte Höhlungen, welche bei niedrigem Wasserstande nur an den Seiten angegriffen werden konnten, nun vielleicht bis zur Decke von dem Auflösungsmittel berührt werden.

Diese Gründe für die Entstehung der Salzquellen auf dem Wege der Auflösung, genügen soweit allen Anforderungen; schwieriger erscheint es, auch bei genauerer Forschung, die oben ganz allgemein hingestellte Ansicht auf die Entstehungsweise aller anderen Mineralquellen anzuwenden. Hier begegnen wir indefs einem Zweifel eigenthümlicher Art, dessen Beseitigung uns zunächst obliegt.

Zu verschiedenen Zeiten hat man versucht, Mineralwässer künstlich nachzubilden. Schon Bergman erwähnt in seiner physikalischen Erdbeschreibung, dafs es ihm gelungen sey, ein dem Pyrmonter und Selterser Wasser sehr ähnliches Produkt zu erzeugen, und neuerdings hat man eigene Anstalten gegründet, worin die wegen ihrer Heilkräfte berühmten Mineralwässer, nach Anleitung der in ihnen durch chemische Analyse aufgefundenen Stoffe, in solcher Vollkommenheit dargestellt werden, dafs sie durch die Sinne und durch ihre arzeneili-

chen Wirkungen gar nicht von den natürlichen zu unterscheiden sind. Einige, obgleich sehr geringfügige und oft ganz zu vernachlässigende Unterschiede, welche bei erhöhter Vervollkommnung der chemischen Analyse zwischen den Bestandtheils-Verhältnissen der so bereiteten und der natürlichen Wässer aufgefunden wurden, so wie andererseits der bei den der Chemie unkundigen Aerzten nur gar zu häufige Hang zum Wunderbaren, welcher die medicinischen Kräfte der Mineralwässer lieber vom sogenannten Brunnengeiste, und dergleichen Phantasie-Gebilden, als von den darin nachgewiesenen wägbaren Substanzen ableiten will, haben aber immer wieder veranlafst, die durch die künstliche Nachbildung der Mineralwässer so augenfällig bestätigte Auflösungstheorie in Zweifel zu ziehen. Namentlich sind es folgende Gründe, die man ihr entgegengestellt hat:

1) Die Unveränderlichkeit des Gehaltes der Mineralquellen, während längerer Zeiträume der Beobachtung.
2) Das Fehlen von Spuren der Auflösung oder des Verschwindens grofser Massen fester Bestandtheile aus der Nähe des Ursprungsortes der Mineralquellen.
3) Die Meinung, dafs künstlich erwärmtes Wasser sich schneller abkühle, als das Wasser der natürlichen warmen Mineralquellen.
4) Der geringe Gehalt an festen Bestandtheilen, verbunden mit einer oft im Verhältnisse dazu sehr bedeutenden medicinischen Wirksamkeit.

Endlich kommt hiezu noch die Meinung des Vorkommens nach den Gesetzen künstlicher Mischung mit einander unverträglicher Bestandtheile in den natürlichen Mineralwässern, und eine Vorstellung von der Verbindung derselben mit Imponderabilien, Mischungs-Elektricität, einem sogenannten unwägbaren Brunnengeiste. Diese Gründe wollen wir nun nach einander erörtern.

1) Die Meinung hat sich allgemein und lange Zeit hindurch bei allen Bearbeitern dieses Gegenstandes erhalten, dafs die Bestandtheile der Mineralwässer beständig in ihren Verhältnissen sich gleich bleiben. Der Anblick von Wässern, welche seit vielen Jahrhunderten, ja zuweilen, wie einige schon den Alten bekannte, seit Jahrtausenden einen gleichen Ruf der Heilkräftigkeit ungeschwächt bewahren, mufste dieser Ansicht sehr günstig seyn. Aber auch seitdem die Chemie im Stande ist, das Verhältnifs der Bestandtheile eines Mineralwassers in kleinen Quantitäten mit Genauigkeit anzugeben, fand man mehrfach diese Meinung durch zuverlässige Zahlenangaben bestätigt. Die älteren und die neueren Analysen vieler Quellen zeigen sehr häufig nur Abweichungen, welche innerhalb der engen Grenzen der bei solchen Arbeiten möglichen Fehler liegen, und die Gleichförmigkeit der Zusammensetzung scheint daher in vielen Fällen selbst noch gröfser zu seyn, als wir sie nachzuweisen vermögen.

So hat neuerlich Berzelius's Untersuchung der Karlsbader Quellen erwiesen, dafs dieselben seit 33 Jahren, die seit der Analyse von Klaproth verflossen, ihre Bestandtheile nicht merklich verändert haben, und wenn es dem Talente dieses Meisters gelungen ist, in ihnen Stoffe nachzuweisen, deren Existenz früher nicht in den Mineralwässern überhaupt bekannt war, so ist unstreitig daraus nur der Schlufs zu ziehen, dafs diese Bestandtheile der Aufmerksamkeit seiner Vorgänger entgangen seyen.

Aehnlich hat auch neuerlich Bischof bei seiner Untersuchung des Geilnauer Wassers gezeigt, dafs dieses ebenfalls in einem gleichen Zeitraume seit Amburger's Analyse seine Zusammensetzung nicht verändert habe. — Das Fachinger Wasser zeigte selbst bei sorgfältiger Wiederholung seiner Analyse in einem Zeitraume von 78 Jahren durch Burggrave und H. Bischof

dieselbe Eigenthümlichkeit, und es mag daher wohl kein gewagter Schlufs seyn, wenn wir sie auch für eine längere Reihe vorangehender Jahre als wahrscheinlich annehmen.

Setzt man nun voraus, dafs diese Wässer ihre Bestandtheile durch Auslaugung der Gebirgsarten erhalten, welche sie vor ihrem Austritte durchstreichen, so ist, abgesehen von der Schwierigkeit, diese Bestandtheile in den, den Quellen benachbarten Gebirgsarten nachzuweisen, unstreitig doch die Gleichförmigkeit ihres Gehaltes eine befremdende Wahrnehmung. Wasser, was Gebirgsarten auslaugt, wird, so scheint es am Tage zu liegen, nicht immer gleichförmig auf dieselben einwirken können; nimmt es fortwährend unter der Erde einen und denselben Gang (hält es sich beständig auf einerlei Klüften), so wird es den ihm zunächst liegenden Gesteinen bald alle auflösbaren Substanzen entziehen, und sein Gehalt wird daher fortwährend bis zum endlichen Verschwinden abnehmen müssen. Bahnt es dagegen sich öfter neue Wege durch Auswaschung benachbarter Klüfte, so wird sein Gehalt bald sich steigern, bald sinken, und überdiefs nach der verschiedenen Durchdringbarkeit einzelner Theile derselben Gebirgsart sich ändern müssen. Ja es steht zu erwarten, dafs nicht immer dieselben Bestandtheile in derselben Quelle dürften gefunden werden, denn es wird doch auf verschiedenen Wegen das Wasser irgend einem der in der Erde so häufig vorkommenden Wechsel der Gesteine begegnen, und also Verschiedenes zu verschiedenen Zeiten aufnehmen müssen.

Abgesehen indefs von allen Versuchen, das Hineintreten der festen Bestandtheile in die Mineralwässer anders als auf dem Wege der Auslaugung erklären zu wollen, verdient hiebei doch zunächst Folgendes in Betracht gezogen zu werden:

a) Ist es gewifs, und noch kürzlich hat L. v. Buch darauf aufmerksam gemacht, dafs wir genöthigt sind, das

Entstehen aller aus gröfserer Tiefe hervorkommenden Quellen, zu welchen vorzugsweise die Mineralquellen gehören, dem Zusammentreten einer unzähligen Menge feiner Tropfen (oder Schwitzwasser) zuzuschreiben, deren jeder einen Theil der Bestandtheile aus seinen Umgebungen mitbringt, und welche, oft aus grofser Ferne zusammenfliefsend, bald eine Menge feiner Wasserstrahlen bilden, und sich zu einem gröfseren Strahle vereinigend als Quellen hervortreten.

Halten wir uns nun an dieses Bild, so ist es klar, dafs eine Quelle solcher Art schon fortwährend das Resultat der Veränderungen in sich schliefst, welche in einem beträchtlichen Raume in Beziehung auf den Gang ihrer Zuflüsse und auf ihre verschiedenen Bestandtheile in verschiedenen Zeiten vorkommen können. Es ist sehr wahrscheinlich, dafs, wenn einmal von einer Seite her die Auflösung schwächer zufliefst, sie von irgend einer der vielen anderen Seiten, welche der Quelle ihren Reichthum darbieten, stärker erscheinen wird, und wenn auch irgendwo ein Theil der Zuflüsse sich einen Weg durch Gebirgsarten bahnt, welche andere Bestandtheile darbieten, so wird der Einflufs dieser Aenderung auf die Beschaffenheit der von so unzähligen Zuflüssen gespeisten Quelle häufig sehr unbedeutend ausfallen.

Ganz derselbe Grund bestimmt unter anderen Umständen die sich gleichbleibende Wassermenge solcher Quellen, welche ihre Zuflüsse aus ansehnlicher Tiefe und aus einem grofsen Bezirke erhalten. Sie sind weniger abhängig von den zufälligen Einflüssen der vorübergehend vermehrten und verminderten meteorischen Niederschläge, und gleichen zum Theil dieselben aus; während nämlich bei Quellen, welche an der Oberfläche entspringen, jeder Gewitterregen eine vermehrte Wassermenge zeigt, während sie bei einer nur kurzen Dürre versiegen, fliefsen dagegen die Quellen, welche aus der Tiefe kommen, scheinbar gleichförmig fort, und nur der Einflufs

flufs feuchter oder trockener Jahreszeiten zeigt sich bei ihnen nach der Tiefe ihres Ursprungsortes und dem Umfange des Bezirkes ihrer Zuflüsse.

b) Es ist aber auch durch die neueren Zusammenstellungen von Wurzer, Struve und Bischof erwiesen, dafs diese Unveränderlichkeit der Mischungsverhältnisse keinesweges allen Mineralquellen zukommt, und dafs wir daher auch bei denen, bei welchen sie gegenwärtig bemerkt worden ist, wohl zu schliefsen berechtigt sind, sie bei wiederholter Untersuchung in längeren Zeiträumen nicht immer bestätigt zu finden. Berücksichtigt man auch nicht die kleineren Abweichungen, welche die oben genannten Chemiker in diesen Wässern gefunden haben, und welche z. B. Berzelius zu der Meinung veranlafsten, dafs das Karlsbader Wasser zuweilen etwas Kali enthalte, zuweilen wieder nicht, so zeigen sich doch in den Analysen derselben Quellen durch zuverlässige Chemiker zuweilen so grofse Abweichungen der einfachen Resultate, dafs wir ihren Grund nur in der Unbeständigkeit der Quellen selbst vermuthen können.

So fand Berzelius 1823 in dem Steinbade von Teplitz kaum halb so viel feste Bestandtheile, als Ambrozzi 25 Jahre früher gefunden hatte, ohnerachtet der Letztere ausdrücklich bemerkt, dafs er den Rückstand vom Abdampfen so lange getrocknet habe, bis er keinen Gewichtsverlust mehr erlitt, und die hier so nahe liegende Frage ist deshalb von dem Ersteren schon aufgestellt worden (Ambrozzi fand im Jahre 1797 in 1000 Gewichtstheilen Wasser, 2,137 feste Bestandtheile, Berzelius dagegen in derselben Menge 0,624).

Merkwürdig ist in dieser Beziehung die Wahrnehmung von Herrmann, welcher eine grofse Zahl wiederholter genauer Analysen der Salzquellen von Schönebeck machte, wonach der Salzgehalt dieser Quelle einer fortschreitenden Veränderung unterworfen ist, das Glaubersalz sich darin fortwährend vermehrt, während

das Kochsalz absolut gleichbleibt. Es wird diefs besonders aus einem gröfseren Beispiele deutlich, welches er im Einzelnen nachweist. Das zur Erzeugung von 20,000 Last Kochsalz erforderliche Quantum Soole enthielt nämlich im Jahre 1794 6000 Centner Glaubersalz; während sich jetzt in derselben Menge etwa 37- bis 38,000 Ctr. Glaubersalz befinden, und diefs Verhältnifs scheint sogar noch im Zunehmen begriffen.

Eine ähnliche Veränderlichkeit hat man auch in den Bestandtheilen der Salzsoole von Halle wahrgenommen; denn im Jahre 1798 kamen in derselben nach Gilbert's Analyse auf 1 Theil salzsaure Magnesia 7 Theile salzsaurer Kalk, im Jahre 1823 dagegen nach Meifsner auf 2 Theile der ersteren nur 1 Theil des letzteren, und da dieser letztere Gehalt successive darin abgenommen hat, so ist es wahrscheinlich, dafs er in wenigen Jahren vielleicht völlig daraus verschwinden werde.

Nicht minder ist Aehnliches auch von Mineralquellen bekannt geworden. So fand Klaproth 1806 in dem Mineralwasser von Riepoldsau kohlensaures Natron und kohlensaure Magnesia, Salzer aber fand 1811 keines von beiden darin.

Westrumb erhielt zu verschiedenen Zeiten bei Untersuchung des Wassers von Pyrmont 1788, in Beziehung auf einzelne Bestandtheile (besonders auf das Glaubersalz) bei Anwendung derselben Analysir-Methode ganz verschiedene Resultate, und 1823 fand Brandes darin kohlensaures Natron als vorherrschenden Bestandtheil, während Westrumb keine Spur davon angiebt, und doch, wie Bischof ausdrücklich bemerkt, seine Versuche so angestellt hat, dafs sich die Anwesenheit desselben hätte zeigen müssen, wenn es damals im Wasser wirklich vorhanden gewesen wäre.

Struve bemerkt, dafs ihm fast jede Untersuchung, welche er mit dem Wasser des Kreuzbrunnens von Marienbad anstellte, andere Resultate gegeben habe, und

er führt zum Beweise davon noch drei andere Analysen dieses Wassers durch drei sorgfältige Chemiker, Reufs, Steinmann und Ziegler, an, welche sehr bedeutende Abweichungen zeigen; ähnlich erging es ihm mit dem Wasser von Ems, und dort fand er die merkwürdige Eigenthümlichkeit, dafs die Menge der im Wasser gelösten festen Bestandtheile sich gleich blieb, aber die Zusammensetzung derselben variirte.

Bischof fand in den Quellen von Roisdorf bei Bonn eine merkwürdige Zunahme der Bestandtheile vom August 1824 bis April 1825, und sehr zahlreiche Beweise, welche er zusammenstellt, zeigen, dafs eine ähnliche Veränderlichkeit der Mineralquellen, deren Gröfse aufserhalb der Grenzen der möglichen Fehler in den Analysen liegt, schon häufig bemerkt worden sey; ja Struve äufsert daher mit Recht, es sey nothwendig, die im Gebrauch stehenden Mineralwässer wenigstens jährlich einmal zu analysiren, damit der Arzt ihre Zusammensetzung genau erfahre. Es können daher die Gründe, welche man aus der vorausgesetzten Beständigkeit der Mineralquellen gegen die Auflösungstheorie hergenommen hat, keinesweges ferner als gültig angesehen werden.

---

2) Der zweite Einwurf, welchen man der Auflösungs-Ansicht gemacht hat, betrifft die Menge der festen Bestandtheile, welche im Laufe von Jahrtausenden die Mineralquellen dem Innern der Erdrinde entführen müfsten. Wären diese früher fest in derselben vorhanden gewesen, so, sagt man, müfsten in der Nähe der Austrittspunkte der Quellen die leeren Räume, welche sie durch Auslaugen veranlafst haben, nachweisbar seyn; wir würden die Umgebungen derselben reich an Höhlen, verwüstet von Einstürzen, bewirkt durch die fortdauernden Unterwaschungen der Oberfläche finden, und einige sol-

cher Quellen müfsten nach Wurzer's Ansicht schon Erdfälle von dem Umfange ganzer Provinzen erzeugt haben. Allein wir sehen in der Nähe von Mineralquellen Höhlen und Erdfälle nicht häufiger als sonst, und noch nirgend ist ein nothwendiger Zusammenhang zwischen ihrem Vorkommen und der Entstehung der Quellen erwiesen worden, in der Art, dafs sie Reste von Substanzen enthielten, welche die Mineralquellen mit sich führen, oder dafs sie den Quellen den Austritt geben.

Wir müssen hier zwar, wie bei den anderen Einwürfen gegen die Auflösungsansicht, entgegnen, dafs doch nachzuweisen sey, wo die Bestandtheile der Mineralquellen sonst herkommen, die sie doch deutlich aus dem Innern der Erdrinde mit sich heraufbringen, wenn sie dort nicht von ihnen gefunden und weggeführt werden; aber aufserdem dient noch zur Beleuchtung dieses Verhältnisses der Beweis, dafs man die Wirkungen der Mineralquellen auf die Durchlöcherung der Erdrinde bei der Annahme grofser, durch sie gebildeter Höhlungen sehr übertrieben hat, weil man die Resultate einer einfachen und leicht anzustellenden Berechnung dabei übersieht.

Eines der gröfsesten unter den genauer bekannten Beispielen von einer sehr reichlichen Quantität fester Bestandtheile, welche durch Mineralquellen dem Innern der Erdrinde entführt werden, zeigen die Quellen von Karlsbad. So wie diese auch muthmafslich zu den wasserreichsten Mineralquellen des Festlandes von Europa gehören, so ist auch die Menge der Salze, welche sie mit sich führen, bewundernswürdig. Schon Klaproth hat berechnet, dafs diese jährlich 6800 Ctr. kohlensaures Natron und etwa 10,300 Ctr. Glaubersalz betrage, allein Gilbert hat gezeigt, dafs diese Schätzung noch viel zu gering sey, dafs diese Massen zu 130,000 Ctr. kohlens. Natron und zu 200,000 Ctr. Glaubersalz angenommen werden könnten.

Diese ungeheure Menge, sollte man denken, müfste

allein seit dem Jahre 1347 oder seit 490 Jahren, wo man diese Quellen kennt, einen ansehnlichen hohlen Raum erzeugt haben, geschweige denn im Laufe einiger Jahrtausende, in welchen sie, wie wir aus geognostischen Gründen vermuthen dürfen, fortwährend unter gleichen Verhältnissen dem Innern der Erde entströmt sind. Angenommen indefs, was für den hier gemachten Einwurf der günstigste Fall ist, die Masse fester Bestandtheile, welche die Karlsbader Quellen führen, liege an einem einzelnen Punkte beisammen gelagert, und ihre Auflösung erzeuge einen zusammenhängenden hohlen Raum, so findet v. Hoff *), dafs ihr Inhalt für 500 Jahre dem eines Würfels von 410 pariser Fufs Seite gleich seyn würde. Ein solcher Würfel aber würde, im Thale von Karlsbad aufgestellt, noch lange nicht die Höhe der dasselbe gegenwärtig einschliefsenden Thalwände erreichen, und in Beziehung auf die Grundfläche so klein seyn, dafs erst 14 solcher Würfel den Flächenraum bedeckten, welchen gegenwärtig die Stadt Karlsbad einnimmt. Eine solche Masse aber würde hinreichen, die Karlsbader Quellen während 7000 Jahren mit ihren Bestandtheilen zu versorgen, und dennoch würde eine Höhle von diesem Umfange, tief liegend, wie der Heerd aller heifsen Quellen, nur als eine sehr unbedeutende Blase oder Aushöhlung erscheinen, deren Daseyn weder ohne Beispiel ist, noch überhaupt unsere Ansicht aufzuheben geeignet wäre.

Struve, welcher ähnliche Resultate gefunden hat, fügt noch die Betrachtung hinzu, dafs ein Salzlager von den bekannten Dimensionen des Lagers von Wieliczca, dessen ganze Ausdehnung indefs nach der Tiefe bis jetzt noch nicht einmal bekannt ist, hinreichen würde, um Quellen, wie die Karlsbader, auf einen Zeitraum von 174,086 Jahren mit einem gleichen Gehalte von festen

*) Geognostische Bemerkungen über Karlsbad S. 96 und 97.

Bestandtheilen zu versehen. Es liegt also die Gröfse solcher Salz-Anhäufungen, wie die stärksten Mineralquellen verbrauchen, keinesweges aufserhalb des Bereiches der Erfahrungen, und für die anderen reicht natürlich diese Vergleichung noch bei weitem eher hin.

So hat Egen *) gezeigt, dafs die Salzquellen zu Rothenfelde bei Osnabrück, eine der reichsten unter den Salzquellen Westphalens, in 4000 Jahren ein Salzlager (vermischt mit allen übrigen festen Bestandtheilen derselben) verbraucht haben würden, welches bei einer Längen- und Breiten-Ausdehnung von etwa $\frac{5}{4}$ Stunden eine Stärke von ungefähr 18 F. haben müfste. Eine solche Höhlung würde, wenn sie in einer angemessenen Tiefe unter der Erdoberfläche läge, keinen Erdsturz bewirken. Die Erfahrungen bei den Sinkwerken der Salzgruben von Berchtesgaden lehren, dafs viel gröfsere Massen aus dem Innern der Erde entfernt werden können, ohne Einflufs auf die Erdoberfläche, ja selbst ohne beträchtliche Einstürzungen der nächsten Decke herbeizuführen; wobei noch sehr zu beachten ist, dafs die natürlich sich bildenden Höhlungen dieser Art fortdauernd mit Wasser erfüllt bleiben, welches einem um so gröfserem Drucke ausgesetzt ist, je tiefer dieselben liegen und um so kräftiger dem Einbrechen entgegenstrebt; dafs die natürlichen Auslaugungen wohl kaum so zusammenhängende Massen und in so kurzer Zeit angreifen, als die künstlichen, und daher noch weit weniger geeignet erscheinen, Erdstürze und Zerstörungen an der Oberfläche zu veranlassen.

Es würden sich viele Beispiele ähnlicher Fälle mit Leichtigkeit beibringen lassen, welche dasselbe erweisen, und wir würden also hiernach auch diesen Einwurf für beseitigt halten können, doch tritt noch ein Umstand hinzu, welcher ihm vollends alles Gewicht raubt. — Wir

*) Karsten's Archiv XIII, 2. p. 348.

sind bisher von der Voraussetzung ausgegangen, dafs alle die in den Mineralquellen enthaltenen Bestandtheile ihnen von einem einzelnen Punkte, von einer zusammenhängenden Masse zugeführt würden. Diese Vorstellung aber ist, wie v. Hoff schon bemerkt hat, nicht nur sehr roh, sondern auch höchst unwahrscheinlich. Wir haben vielmehr oben schon gesehen, dafs die bedeutenderen Mineralquellen ihren Wasserreichthum, und also auch ihre Bestandtheile aus einem sehr beträchtlichen Umkreise herziehen; wir werden ferner noch nachweisen, dafs in der That die Stoffe, welche sie führen, in ihrer Umgebung fein vertheilt über grofse Räume vorkommen, und es folgt daher hieraus schon von selbst, dafs sogar so unbedeutende Höhlungen in der Erdrinde, als sie nach dieser Voraussetzung erzeugen würden, in der That nicht von ihnen ausgehöhlt werden können. Es wird im Gegentheil durch eine allmälige Auslaugung der Gebirgsarten, die in das Gebiet der Mineralquellen fallen, nur ihr Volumen vielleicht etwas verändert, oder die Masse derselben wird, bei allmäliger Entziehung von einigen ihrer Bestandtheile, bei gleichbleibendem äufseren Umfange nur aufgelockert werden, und wenn einzelne Bestandtheile auch wirklich nur an einem einzelnen Orte, an welchem sie rein beisammen liegen, zugeführt werden sollten, so wird demnach doch ein um ein Beträchtliches vermehrter Zeitraum vorübergehen, bevor in den Umgebungen gewisser Quellen Höhlen von dem angegebenen Umfange entstehen können. v. Hoff schliefst daher seine Betrachtungen über Karlsbad mit der Bemerkung, dafs wohl noch sieben Jahrtausende vorübergehen können, bevor in den Umgebungen desselben eine Höhle von dem Körper-Inhalte eines Würfels mit den angegebenen Dimensionen gebildet werden könnte.

3) Der dritte bedeutendere Einwurf, welchen man gegen die Ansicht gemacht hat, dafs die Mineralwässer nichts weiter als einfache chemische Lösungen der in

ihnen enthaltenen Stoffe seyen, besteht darin, dafs die natürlichen warmen Wässer im Stande wären, gröfsere Wärmemengen zu fassen und länger festzuhalten, als ihnen durch künstliche Erwärmung beigebracht werden könnte. — Es werde daher durch sie, so glaubte man, dem menschlichen Organismus mehr Wärme zugeführt, als man ihm durch künstliche warme Bäder verschaffen könne, es würden unbekannte Processe der Auflösung und Verbindung fester Stoffe dadurch möglich, welche wir in unseren Laboratorien nicht zu erzeugen im Stande seyen.

Diese Meinung, für welche Bestätigungen durch Versuche von Herrn Kastner zu Wiesbaden mit grofser Lebhaftigkeit vorgetragen wurden, ist an den Ursprungsorten aller Quellen von höherer Temperatur verbreitet, und nächstdem, dafs sie den Badeärzten die Befriedigung gewährt, die Kraft dieser Gewässer als etwas Magisches darzustellen, welches sich nach den Grundsätzen der Wissenschaft nicht erklären lasse, ist sie durch die täglich wiederholte Wahrnehmung der langen Dauer entstanden, welche zur Abkühlung dieser Quellen nach ihrem Austritt bis zu der dem Menschen passenden Badewärme erfordert wird.

Zu Wildbad im Thale von Gastein ist es eine bekannte Erfahrung, dafs man das dortige Wasser von 36° R. Temperatur schon am Abende in die Badestuben ablassen mufs, damit es am nächsten Morgen die Badewärme von etwa 25 bis 26° R. besitze. In Wiesbaden (von 52,8° R.) und zu Karlsbad (59° R.) erfordert diese Abkühlung eine Zeit von 15 bis 20 Stunden, und allerdings scheint diefs bei flüchtiger Beachtung sehr auffallend. Indefs bemerkte schon Bischof, dafs man sich über die sehr langsame Abkühlung einer beträchtlichen Wassermasse nicht wundern dürfe, welche, in einem schlecht leitenden eingemauerten Becken aufbewahrt, ihre Wärme nur nach oben hin abzugeben im

Stande sey. Sicherer aber wird diese Meinung durch die zu ihrer Prüfung besonders angestellten Versuche mehrerer Naturforscher widerlegt.

Neumann, Steinmann, Reufs und Damm haben in dieser Rücksicht den Karlsbader Sprudel geprüft; sie füllten mit gewöhnlichem bis auf 59° R. erwärmten Flufswasser eine Flasche, neben welche sie eine gleiche Wassermenge enthaltende Flasche mit frisch geschöpftem Sprudelwasser stellten, und beobachteten nun gleichzeitig in beiden die Abnahme der Temperatur; sie fanden, dafs die Abkühlung in beiden sehr nahe gleichförmig von statten geht, und dafs genau dieselbe Zeit erforderlich war, um die Temperatur in beiden Flaschen bis auf die des Zimmers herabsinken zu lassen, in welchem beobachtet wurde.

Aehnliche Untersuchungen hat Longchamp *) an den Quellen von Bourbonne les Bains im südlichen Frankreich mit vieler Umsicht angestellt, und erhielt dasselbe Resultat, obgleich kurz vor ihm scheinbar sorgfältig gemachte Versuche, deren Mängel er aufdeckte, die entgegengesetzte Ansicht zu bestätigen schienen.

Eben so war das Resultat der Versuche, welche 1823 von Reufs, Ficinus und Schweigger an den Quellen zu Teplitz angestellt wurden, eben so das früher untersuchte Verhalten der Quellen von Baden-Baden (52° R.) durch Salzer geprüft, und im Jahre 1824 hat Leop. Gmelin in Wiesbaden dasselbe durch sehr befriedigende Versuche gegen die früher durch Kastner voreilig verbreitete Meinung erwiesen.

Es ist bei dem Ueberblicke dieser Erfolge, welche von so vielen Gelehrten erwartet wurden, in der That nur zu bewundern, wie eine so durchaus mit den bekannten Gesetzen des Wärmestoffes in Widerspruch stehende Ansicht, welcher man in der That keinen höhe-

*) Ann. de Chim. XXIV, p. 247.

ren Werth als den eines Volks-Aberglaubens beimessen darf, so lange bei wissenschaftlich Gebildeten hat Eingang finden können, dafs man sie selbst noch gegenwärtig nur zögernd und ungern aufzugeben geneigt ist.

4) Was den vierten der erwähnten Einwürfe betrifft, so scheint es eine der Beobachtung sehr würdige Thatsache zu seyn, dafs Quellen bei einem unbedeutenden Gehalt an festen Bestandtheilen, doch eine verhältnifsmäfsig sehr beträchtliche Wirkung auf den menschlichen Organismus ausüben.

Diefs scheint vorzugsweise der Fall bei einigen warmen Quellen zu seyn, wie bei den Quellen von Pfeffers in der Schweiz, welche bei 29,7° R. Temperatur im Pfunde nur 2,2 Gran fester Bestandtheile enthalten, also viel schwächer an fremdem Gehalt sind, als die meisten unserer gewöhnlichen Brunnenwässer; bei den Quellen des Wildbades Gastein und den Teplitzer Quellen, welche ungefähr nur $\frac{1}{9}$ der festen Bestandtheile von denen von Karlsbad enthalten.

Diesen Widerspruch aber zu lösen kann allein ein Gegenstand der Medicin seyn, und die Chemie wird uns nur in dem wenig wahrscheinlichen Falle hier noch Auskunft geben können, wenn es einst vielleicht erwiesen werden sollte, dafs sie Stoffe flüchtiger Natur, in welchen das wirksame Princip dieser Quellen liegen könnte, übersehen haben sollte. Ich übergehe endlich die anderen Gründe, welche gegen den Charakter der Mineralwässer, als einfach chemischer Lösungen, ferner noch sprechen sollen, als unwesentlich sowohl wie als unerweisbar.

Wenn wir nun den Widerspruch gegen das Wesen der Mineralquellen als befriedigend entfernt ansehen dürfen, so wird es noch von Wichtigkeit seyn, einige Erläuterungen über das Vorkommen der Substanzen in der Erdrinde hinzuzufügen, welche die Mineralquellen aus derselben heraufbringen. Sind diese Substanzen wirk-

lich in den Gesteinen vorhanden, mit welchen die Zuflüsse der Mineralquellen in Berührung treten, und finden sie sich dort unter Verhältnissen, welche dem Wasser gestatten, sie wegzuführen?

Diese Frage dürfen wir mit Beachtung der Resultate, welche die Forschungen der neuesten Zeit ergeben haben, unbedenklich bejahen, und wenngleich manches Einzelne zur Bestätigung derselben noch dunkel bleibt, so vermehren sich doch täglich die Erfahrungen, welche den unwissenschaftlichen Begriffen über diesen Gegenstand entgegentreten. So wie wir das Steinsalz in der Nähe der Salzquellen immer häufiger nachweisen konnten, so läfst es sich gegenwärtig auch von den Bestandtheilen vieler anderen Mineralquellen erweisen, dafs sie in den Umgebungen derselben in hinreichender Menge verbreitet vorkommen, um sie für Jahrtausende zu speisen.

Am besten kennen wir in dieser Rücksicht die Verhältnisse der Familie der Sauerbrunnen. Schon als Klaproth die Quellen von Karlsbad analysirte, in welchen hauptsächlich die Natronsalze vorwalten, machte er darauf aufmerksam, dafs ganz in der Nähe derselben Gebirgsarten in grofser Verbreitung an die Oberfläche treten: Klingsteine und Basalte, welche einen unerschöpflichen Vorrath von Natron in ihrer Zusammensezzung enthalten, welcher durch Verwitterung und Auslaugung aus ihnen sichtbar verschwindet, also muthmafslich durch die Gewässer zu den Ursprungsorten der Quellen hin fortgeführt wird.

Erst neuerlich hat z. B. Prof. G. Bischof berechnet, dafs der Natrongehalt eines einzigen dieser Berge in dem Mittelgebirge (des Donnersberges bei Milleschau) allein hinreichen würde, den Karlsbader Quellen für 35394 Jahre ihren vorwaltenden Bestandtheil zu liefern. Es lag ferner die Schlufsfolge sehr nahe, dafs auch alle die anderen natronhaltigen Mineralquellen von Böhmen, wie die von Eger, Teplitz, Bilin, Ma-

rienbad u. s. w., ihre Eigenthümlichkeit der Nachbarschaft derselben Gebirgsarten verdanken, welche man auch in ungewöhnlicher Häufigkeit überall in ihrer Nähe nachzuweisen im Stande ist.

Berzelius, welcher den Untersuchungen über die Zusammensetzung der Quellen von Karlsbad einen eigenen Abschnitt über ihre Entstehung hinzufügte, ging in der Reihe seiner Schlüsse noch weiter; er war lebhaft von der Betrachtung ergriffen worden, dafs sich in der Nähe dieser Quellen ganz dieselben Anhäufungen von basaltischen Gebirgsarten und schlackigen Laven finden, welche er früher im südlichen Frankreich (in der Auvergne, im Vivarais u. s. w.) kennen gelernt hatte, und in deren Umgebungen zahlreiche Mineralquellen, von demselben Charakter der Zusammensetzung, hervortreten. Er schlofs daher, dafs auch jene auf ähnlichem Wege aus der Auflösung derselben Gebirgsarten erzeugt werden müssen.

G. Bischof, welcher auf dieselben Verhältnisse des Zusammentreffens natronhaltiger Gebirgsarten mit natronreichen Quellen, bei seinen Untersuchungen der Quellen von Fachingen, Geilnau und Selters aufmerksam wurde, hat in einer fleifsigen Zusammenstellung dieser Ansicht vermehrte Stützen gegeben; er zeigte, dafs überall, wo dieselben Wässer bekannt sind, auch dieselben Gebirgsarten in der Nähe sich wiederfinden, und er lieferte eine Uebersicht der natronhaltigen Mineralquellen in Deutschland und seinen Nachbarländern, aus welcher es unmittelbar hervorging, dafs sie in Beziehung auf ihre geographische Vertheilung genau denselben Gesetzen folgen, wie die Vertheilung der Basalte und der vulkanischen Gebirgsarten in diesen Gegenden. In Deutschland allein lassen sich sieben solcher Hauptgruppen nachweisen.

Eine andere für die Entstehungs-Geschichte dieser Quellen wichtige Thatsache, auf welche die Forschungen

der genannten Gelehrten von Neuem die Aufmerksamkeit lenkten, ist hier hervorzuheben. Alle diese Quellen, welche Natronsalze unter den festen Bestandtheilen charakteristisch besitzen, zeichnen sich gemeinschaftlich durch den Gehalt an Kohlensäure aus, welchem sie ihre vorwaltenden Eigenschaften verdanken. Natronhaltige Gebirgsarten giebt es noch mehrfach aufser den genannten (Granit, Porphyr, Thonschiefer, Glimmerschiefer u. s. w. enthalten beträchtliche, wenngleich geringere Quantitäten Natron), und doch zeigen sich allein diese Quellen bei den ersten, in der Nähe der vulkanischen Gebirgszüge, wo auch die Kohlensäure in ungemessener Häufigkeit austritt. — Diese beständige Art der Verbindung mufste daher zu der Ansicht führen, dafs beide Phänomene mit einander in nothwendiger Beziehung stehen.

Es war sehr natürlich, sich daran zu erinnern, dafs die gasförmigen Entwickelungen der Kohlensäure in vielen Gegenden der Erde deutlich die Wirkungen vulkanischer Thätigkeit sind, welche oft noch lange fortdauern, nachdem die Beweise einer gröfseren Energie derselben in echten Ausbrüchen vielleicht seit Jahrtausenden aufgehört haben. Die Hundsgrotte bei Neapel, die sogenannten Mofetten, welche die Eruptionen des Vesuv zu beschliefsen pflegen, die Kohlensäure-Entwikkelungen, welche in der Auvergne, am Laacher See, in der Eifel u. s. w. in so ausnehmender Häufigkeit vorkommen, sind auf keine Weise verschieden von den Gas-Entwickelungen in der Dunsthöhle bei Pyrmont, im Thale von Driburg, im Schwefelloche bei Ems und in den Umgebungen der böhmischen Sauerbrunnen.

Wir sehen daher mit Recht in dieser ganzen grofsen Quellen-Familie das Produkt einer vulkanischen Regung, welche fortwährend am Fufse der oft längst erloschenen vulkanischen Gebirgszüge vor sich geht, und das

Wasser, welches mit den gasförmigen Ausströmungen der Kohlensäure in Berührung tritt, in den Stand setzt, einige Bestandtheile der benachbarten Gesteine sich anzueignen und mit ihnen beladen hervorzutreten. Ja es sind ja auch überdiefs die nächst der vorherrschenden Kohlensäure in Verbindungen mit Basen auftretenden Säuren in diesen Quellen, wie die Schwefelsäure und Salzsäure, nur solche, welche am häufigsten von noch thätigen Vulkanen ausgehaucht werden.

Diese theoretische Ansicht von der Entstehung der Sauerquellen, welche rein eine Folge der Verbindungen geognostischer und chemischer Forschungen ist, hat bei dem Versuche, sie auf die speciellen Verhältnisse einzelner Mineralquellen anzuwenden, bereits einen so hohen Grad von Befriedigung gewährt, dafs es nicht nöthig seyn wird, auf die früheren lokalen Erklärungs-Versuche zurückzugehen; nur ist es interessant, auf einige individuelle Verhältnisse aufmerksam zu machen, welche dieser neueren Ansicht zur Bestätigung dienen.

Bei vielen dieser Quellen zeigt sich eine mehr oder minder erhöhte Temperatur; die Quellen von Karlsbad, die von Mont d'Or, St. Nectaire, die von Reikum in Island, Teplitz geben davon ausgezeichnete Beispiele. Man hat sich früher mehrfach bemüht, diese Erscheinungen der Erhitzung von Schwefelkieslagern oder von Steinkohlenbränden herzuleiten, mit welchen sie vor ihrem Ausflufs in Berührung treten. Es läfst sich indefs leicht, sowohl aus den Bestandtheilen der Quellen als aus der durch Jahrtausende fortdauernden Erwärmung derselben erweisen, dafs diefs die wahre Ursache ihrer Wärme nicht seyn könne.

So hat es schon von den genannten Berzelius mit grofser Evidenz dargethan, dafs es die unmittelbare Erhitzung durch den Heerd der Vulkane sey, an welcher sie Theil nehmen. Berzelius schlofs diefs von den Quellen bei Karlsbad zunächst aus der Menge der

diese Gegend umgebenden vulkanischen Gebirgsarten, im Vergleiche mit den Ursprungsorten von Quellen ähnlicher Art. Besonders merkwürdig aber ist dabei noch die Wahrnehmung, dafs der Wärmegrad dieser Quellen lange Zeit hindurch konstant bleibt. Berzelius fand die Temperatur des Karlsbader Sprudels im Jahre 1822 noch genau eben so grofs, als sie Bechér im Jahre 1770, also 52 Jahre früher, gefunden hatte.

Von den Bädern vom Mont d'Or hat derselbe Chemiker auf eine sehr überzeugende Art erwiesen, dafs die Temperatur derselben sich seit etwa 2000 Jahren kaum merklich könne geändert haben. Dort badete man nämlich schon zu den Zeiten des Julius Cäsar in einem durch das damals erbaute steinerne Badehaus fliefsenden Strome der Quelle selbst. Die Temperatur derselben ist heute 38,7° R., und da dies ziemlich die höchste Temperatur ist, welche der menschliche Körper im Wasser noch ertragen kann, so kann sie sich seit jener Zeit nicht beträchtlich vermindert haben; man würde sie sonst gewifs nicht ohne besondere Abkühlungs-Anstalten haben benutzen können.

Ferner hat v. Hoff durch eine umsichtige Erforschung der Gegend von Karlsbad dargethan, dafs die Quellen daselbst aus einer mit zerbrochenem Gestein angefüllten, sehr tiefen und weiten Spalte des Urgebirges austreten, welche wahrscheinlich unmittelbar bis zu der alten Werkstätte vulkanischer Wirkungen niedersetzt. Auch geht daraus hervor, dafs, je höhere Ausflufspunkte diese Quellen besitzen, um so niedriger die Temperatur ist, welche ihnen zukommt.

Es ist demnach sehr natürlich die Annahme zu machen, dafs auch die kalten Sauerbrunnen dieser, so wie anderer Gegenden, welche theils höher (im jüngeren Gebirge) entspringen, theils mit den Tiefen der Erde in einer minder offenen Verbindung als die heifsen Quellen stehen, auf eine ähnliche Weise gebildet werden, und an die

Oberfläche kommen. Für diese Annahme spricht noch die Wahrnehmung, dafs viele dieser sogenannten kalten Sauerquellen doch noch immer eine etwas über dem Mittel der Atmosphäre stehende Temperatur besitzen.

Wir kennen zwar im scheinbaren Widerspruche mit dieser Ansicht mehrere bedeutende Sauerquellen, in deren Nähe vulkanische natronhaltige Gebirgsarten nicht gefunden werden. So ist diefs der Fall mit den Quellen von Pyrmont und Driburg, und mit einer Menge minder kräftiger Sauerbrunnen in dem Theile Westphalens zwischen der Weser und dem Teutoburger Walde.

Hier aber genügt die Bemerkung, wozu auch schon die Analogie so vieler deutlich beobachteten Fälle dieser Verbindung leiten sollte, dafs diese Quellen unter Verhältnissen auftreten, welche es sehr wahrscheinlich machen, dafs die vulkanischen Gesteine zwar hier vorhanden sind, aber unter der Oberfläche von jüngeren Gebirgsarten verdeckt liegen. Sie treten sämmtlich aus Spalten der Erdrinde hervor, welche das unzweifelhafte Gepräge der Entstehung durch vulkanische Kräfte an sich tragen *). Die benachbarten Berge, die alten Ränder dieser Spalten, sind erhoben und gewaltsam auseinander gerissen, und wir stehen dort auf einem Boden, auf welchem die vulkanische Wirkung, die ihn gestaltet hat, sich noch durch das anhaltende Entweichen von kohlensauren Gasströmen, und durch das Hervortreten der aufgelösten Bestandtheile vulkanischer Gebirgsarten deutlich macht. Auf ähnliche Weise hat auch Stift in seiner geognostischen Beschreibung von Nassau bemerkt, dafs überall in der Nähe der dortigen Heilquellen, wo ebenfalls die Basalte nicht ganz nahe liegen, ähnliche Unregelmäfsigkeiten, Zerreifsungen in den Schichtungsverhältnissen zu finden sind.

Der

*) Poggend. Annal. XVII, S. 151.

Der Chemie übrigens mufs es überlassen bleiben, ferner zu erklären, auf welchem Wege die grofse Menge von Kohlensäure, welche in den Sauerbrunnen austritt, fortwährend im Innern der Erde gebildet wird, und wie mit ihrer Hülfe die Auflösung der anderen Bestandtheile erfolgt, welche in diesen Mineralquellen vorkommen, und glücklicherweise scheint auch die Lösung dieses Problems wenig Schwierigkeiten zu bieten.

Unsere Erdrinde ist bekanntlich sehr reich an kohlensauren Verbindungen; der kohlensauere Kalk oder Kalkstein nimmt allein vielleicht wohl die Hälfte der Massen weg, welche bis zu der uns bekannten Tiefe in die Zusammensetzung derselben eingehen. Die in ihm enthaltene Kohlensäure aber trennt sich sehr leicht, und entweicht gasförmig unter mannichfachen Umständen. Es geschieht diefs insbesondere, wenn eine mächtigere Säure damit in Berührung tritt, und höchstwahrscheinlich also besonders häufig, wenn der Kalkstein, wie wir so oft geschehen sehen, sich durch den Zutritt von freier Schwefelsäure in Gyps umwandelt. In anderen Fällen mag, wie besonders Struve gezeigt hat, die im Innern der Erdrinde vorkommende Berührung mit stark erhitzten vulkanischen Produkten, und das Hinzutreten von heifsen Wasserdämpfen den Kalkstein zur Abgabe der Kohlensäure zwingen; denn Struve hat darauf aufmerksam gemacht, dafs der Kalkstein, welcher bei anfangender Glühhitze seine Kohlensäure noch nicht entlassen würde, sie sogleich mit Leichtigkeit abgiebt, sobald heifse Wssserdämpfe hinzutreten. Endlich hat auch derselbe noch die merkwürdige Thatsache entdeckt, dafs, wenn man Klingstein, Basalt, Granit und ähnliche Gesteine mit einem verhältnifsmäfsigen Antheile von kohlensaurem Kalk und Wasser kocht, eine Verbindung des reinen Kalkes mit der Kiesel- und Thonerde entsteht, und die Kohlensäure sich fortwährend entbindet.

Da nun also die bekannte Beschaffenheit unserer Erdrinde sehr viel Gelegenheit zum Eintreten solcher Prozesse darbietet, so können wir in der That wohl eine sehr genügende Rechenschaft von den Ursachen des Entweichens der Kohlensäure, insbesondere in der Nachbarschaft vulkanischer Regungen, geben. Hier aber sind nun nicht nur die übrigen in den Sauerbrunnen mit vorkommenden Säuren, sondern in den vulkanischen Gebirgsarten auch die alkalischen und erdigen Substanzen zugleich mit nachgewiesen, welche, mit diesen Säuren in Verbindung, diesen Mineralwässern ihre eigenthümliche Beschaffenheit geben. — Wir könnten uns also nun zwar eigentlich schon bei der Kenntnifs dieser Thatsachen über den Ursprung der Sauerbrunnen für beruhigt erklären, indem wir nothwendig hiebei zu der Vorstellung kommen müssen, dafs die fortwährend durch die Klüfte der Erdrinde entweichende Kohlensäure dem in denselben Klüften durchsickernden Wasser begegnet, dafs beide sich mit einander verbinden, und indem sie durch die stets nachdrängenden Gas- und Dampfmassen unter Ueberwindung starken Druckes emporgetrieben werden, nun mit Gewalt die auf ihrem Wege befindlichen vulkanischen Gebirgsarten auslaugen, und mit deren ausziehbaren Bestandtheilen geschwängert an die Oberfläche treten.

Diese Vorstellung aber, so wahrscheinlich sie auch an sich schon seyn mag, wird unstreitig eine noch entschieden gröfsere Wahrscheinlichkeit erlangen, wenn es gelingt, auf künstlichem Wege, unter Nachahmung der vorausgesetzten Bedingungen, ein den natürlichen Mineralwässern ganz ähnliches Produkt zu erzeugen. Dieser Versuch aber ist in der That angestellt worden, und wir verdanken es Herrn Struve's angestrengten Bemühungen, dafs derselbe so vollkommen, als man nur irgend wünschen konnte, geglückt ist (s. deshalb F. A. A. Struve über die Nachbildung der natürlichen Heil-

quellen Heft I, 1824, II, 1826, besonders das 2te Heft von p. 25 an).

Herr Struve beschäftigte sich nämlich bei seinen Untersuchungen über die Entstehung der Mineralwässer, behufs deren künstlicher Nachbildung, zunächst mit einer Analyse der in der Nähe von Bilin, Teplitz, Marienbad, Karlsbad und Eger vorkommenden Basalte, Klingsteine, Porphyre u. dgl., und nachdem er in denselben alle die festen Bestandtheile der benachbarten Sauerbrunnen aufgefunden hatte, versuchte er es, einzelne dieser Gesteine gepülvert in einem metallenen Cylinder, welcher mit einer Kompressions-Pumpe in Verbindung stand, unter mehr oder minder starkem Druck mit Kohlensäure und Wasser in Berührung zu bringen. Nachdem diese Berührung mehr oder minder lange gedauert hatte, liefs er das Wasser ab, und er fand nun, dafs dasselbe nach den Umständen alle die Bestandtheile des Biliner, Teplitzer, Marienbader und Eger Wassers in denselben Verhältnissen aufgenommen hatte, in welchen sie in diesen Mineralquellen vorkommen, aber freilich in sehr viel geringerer Menge. Er wiederholte daher diesen Versuch mehrfach mit Abänderungen, und endlich gelang es ihm einen Apparat zu erfinden, in welchem das Wasser mit Kohlensäure geschwängert, unter starkem Druck durch eine mehr oder minder hohe Säule von gepulverten Gebirgsarten aufsteigen und oben ausfliefsen mufste, und dieser Weg führte ihn endlich zu den befriedigendsten Resultaten. Er füllte eine 84 Zoll hohe senkrechte Metallsäule mit 3 Pfund 14 Unzen Klingstein von einem in der Nähe von Bilin liegenden Berge, und trieb durch dieselbe das mit Kohlensäure durchdrungene Wasser unter einem Drucke von zwei Atmosphären in die Höhe. Es vergingen 12 Stunden, bis endlich das Wasser nun oben austrat; da hatte es aber dann alle Bestandtheile des Biliner Sauerwassers in so vollkommenem Grade und in so genau gleicher Menge

aufgenommen, dafs eine genaue Analyse desselben und des künstlich erhaltenen Wassers zwischen beiden kaum noch einen Unterschied entdecken konnte (s. pag. 47). Eben so gelang es ihm auch, durch Behandlung des bei Teplitz anstehenden Porphyrs in diesem Apparate, ein Mineralwasser zu erzeugen, welches der Steinbadquelle bei Teplitz vollkommen ähnlich war, und nur gerade halb so viel feste Bestandtheile enthielt (p. 75). Wir dürfen also durch diese denkwürdigen Versuche die Auflösungs-Theorie auch bei den Sauerbrunnen zur völligen Evidenz gebracht ansehen.

Allein nicht nur die verschiedenen Gattungen der Familie der Salzquellen und der Sauerbrunnen zeigen Eigenschaften, die ihr Entstehen im Wege der Auflösung aufser Zweifel setzen; auch bei den anderen sind wir häufig im Stande, diesen Weg annähernd nachzuweisen. Die Bitterwässer Böhmens, welche wir als eine kleine, eigenthümliche Familie von Mineralwässern kennen gelernt haben, sind ähnlich wie jene bereits von Struve aus der Erdart, in welcher sie entspringen (einem Mergel, der aus zersetztem Basalte, verunreinigt durch Quarzsand und Kalk, entstanden ist), erzeugt worden, und Struve zweifelt nicht, dafs auch die Bitterwässer Englands auf ähnliche Weise erzeugt werden mögen.

Die Entstehung vieler Schwefelquellen läfst sich leicht aus Zersetzung der in vielen Gebirgsarten so häufigen Schwefelkiese erklären, besonders von einigen derselben, welche aus kiesreichen Schichten entspringen. Ueberall wo Flöze von Stein- oder Braunkohle in grofser Menge vorkommen, in denen man die fortdauernde Zersetzung der Kiese durch Beobachtung nachweisen kann, sind auch Schwefelquellen nicht fern, und selbst in dem Umfange grofser Torfmoore, in welchen, wie neuere Beobachtungen erwiesen haben, theils Schwefelkiese sich zersetzen und neu erzeugen, theils eine grofse

Menge von Schwefelwasserstoff unmittelbar durch die Fäulnifs der Pflanzen entwickelt wird, kommen Schwefelquellen vor, welche sich bei ihren Umgebungen in Ruf gesetzt haben, wie die von Oldesloe, Bramstedt, die von Muskau, von Gleifsen in d. Neumark.

Schon Hausmann *) hat versucht, die kalten Schwefelquellen Westphalens von Nenndorf, Eilsen, mit den in der Nähe brechenden Kohlenflözen in Verbindung zu setzen; allein es bedarf dieser Ableitung nicht, denn eine fortgesetzte Beobachtung hat mich gelehrt, dafs alle diese Quellen, deren Zahl in Westphalen sehr grofs ist, von Limmer bei Hannover bis Bentheim, und an vielen aufser dieser Richtung liegenden Orten, oft fern von Kohlenflözen aus einer und derselben Schicht, einem bituminösen Mergelschiefer der Juragruppe entspringen, dessen Zersetzbarkeit so grofs ist, dafs häufig erst die Schwefelquellen auf seine muthmafsliche Anwesenheit in der Tiefe aufmerksam machen.

Merkwürdig ist, dafs auch in anderen Gegenden, namentlich in Süddeutschland, am ausgezeichnetsten bei Boll im Würtembergischen, und in England ähnlichen Schichten den Ursprungsort von Schwefelquellen bezeichnen, und wir können daher die Ursachen von dem Entstehen derselben nur in ihnen aufsuchen.

Was die warmen Schwefelquellen betrifft, welche wir schon oben von den kalten getrennt haben, so scheint allerdings die Entstehung derselben von der der letzteren verschieden zu seyn; sie sind nicht an Kohlen und Kiese gebunden, sondern entspringen, wie die Quellen von Landeck und Warmbrunn, die von Barèges und Bagnères, meist unmittelbar aus dem Urgebirge, oder doch, wie die Quellen von Aachen, wenigstens aus Spalten von Gebirgsarten sehr alter Formation. Es ist daher wahrscheinlich, dafs sie ihre Bestand-

*) Driburger Taschenbuch II.

theile, so wie ihre Wärme durch Zuleitung von dem vulkanischen Heerde erhalten, und dieſs ist in der That um so leichter anzunehmen, da das Schwefelwasserstoffgas zu den häufigsten Aushauchungen noch thätiger Vulkane gehört.

Von den übrigen Arten von Quellen, den Naphtha-, Cement- und inkrustirenden Quellen, welche wir noch unterschieden haben, ist es augenscheinlich leicht, den Ursprung ihrer charakteristischen Bestandtheile aus dem benachbarten Boden nachzuweisen. Erdölquellen entstehen nur an solchen Orten, wo der Boden so mit Erdöl durchdrungen ist, daſs eine künstliche Oeffnung in demselben hinreicht, es darin zusammenflieſsen zu lassen. Cementquellen kommen immer nur am Fuſse solcher Berge vor, in deren Innerem fortwährend beträchtliche Quantitäten von Kupfer- und Eisen-Vitriol durch Zersetzung von Erzen sich bilden. Wer z. B. das Innere des Rammelsberges bei Goſslar besucht hat, der würde es auffallend finden müssen, wenn die am Fuſse desselben zusammenrinnenden Quellwässer nicht etwas von dem Kupfer-Vitriol aufgelöst mitbringen sollten, der alle Wände der Gruben mit seinen Krystallen bekleidet. — Bei den Inkrustationsquellen sieht man gar das Material, welches sie mitbringen, in den meisten Fällen in mächtigen Felsen vor Augen, die ihren Ursprungsort umgeben; und es hat mithin die Theorie von der Entstehung der Mineralquellen durch Auflösung, sowohl in Bezug auf die Eigenthümlichkeit der Wässer selbst, als in Bezug auf das Vorkommen der in ihnen enthaltenen Stoffe in der Erdrinde, so viel unzweifelhafte Thatsachen für sich, daſs wir an ihren unbedingten Vorzügen vor allen anderen theoretischen Versuchen zur Erklärung dieser Phänomene nicht mehr zweifeln dürfen.

Einige Betrachtungen über die Temperatur der Quellen und über die Eigenthümlichkeiten ihres Laufes, werden nun die Beleuchtung dieses Gegenstandes vervollständigen.

Die absolute Verschiedenartigkeit der Temperatur, mit welcher die Quellen austreten, geht schon aus den vorhergegangenen Erläuterungen hervor, und ist eine seit den ältesten Zeiten gemachte Erfahrung. Wir haben Quellen kennen gelernt, die fortwährend mit sehr hohen Temperaturgraden austreten, und man kennt solche unter den heifsen Quellen von Island, wie die von Oelve, von Reykhole, welche muthmafslich durch den hohen Druck, den sie bei der Erhitzung erleiden, selbst über den Hitzgrad des siedenden Wassers hinausgehen. Doch wenn wir diese Erscheinung als eine Ausnahme von der Regel betrachtet haben, und sie nur bei dem Eintreten von gewissen seltenen Bedingungen vorkommt, so werden wir hier unsere Betrachtung nur auf die Wärme-Verhältnisse der gewöhnlichen Quellen beschränken müssen.

Von diesen ist es eine, wenigstens in unseren Klimaten gemachte Wahrnehmung, dafs ihre Temperatur sich fast immer von der der Atmosphäre zu unterscheiden pflegt. Wir wissen, dafs es im Sommer leicht der Gesundheit nachtheilig ist, frisch geschöpftes Quellwasser zu trinken, weil seine Temperatur im Verhältnisse zu der der umgebenden Atmosphäre ungemein niedrig ist; eben so wissen wir aber auch, dafs während des Winters, wenn die Erdoberfläche hart gefroren und mit Eis und Schnee bedeckt ist, die Quellen zu fliefsen dennoch fortfahren, dafs die Ursprungsorte derselben nicht zufrieren und Wärme genug besitzen, fortwährend grünende Pflanzen zu unterhalten, welche ihren Lauf oft bis zu einer beträchtlichen Entfernung von dem Ausbruchsorte schmücken, wo sie dann allmälig ihre Wärme an die Luft abgeben, und sich nach dem Wechsel der

Witterung richten. Die Temperatur unserer gewöhnlichen Quellen ist also im Sommer im Allgemeinen geringer, im Winter gröfser als die der Atmosphäre, und es kommt nur darauf an, das Verhältnifs dieser Differenzen nach Beobachtungen kennen zu lernen.

Untersuchen wir die Ursachen, von welchen die Temperatur des Quellwassers abhängt, so finden wir sie zunächst in der Wärme des Bodens, durch welchen sie fliefsen. Bei langer Berührung mit diesem in den Klüften der Erdrinde werden die Wässer (abgesehen von allen störenden Einmischungen) den Wärmegrad annehmen müssen, welchen er selbst besitzt, und mit ihm begabt an der Oberfläche hervortreten. Die Wärme aber, welche dem Erdboden eines jeden Landstriches zukommt, ist zunächst, wie die der Atmosphäre, von den klimatischen Verhältnissen desselben abhängig; denn er wird, wie diese, nach dem jedesmaligen Stande der Sonne erwärmt und im Winter erkältet, und er unterscheidet sich von ihr nur durch die verhältnifsmäfsig viel geringere Schnelligkeit, mit welcher er diese Eindrücke aufnimmt.

Wenn die Wärme sich fast augenblicklich in allen Theilen der beweglichen Atmosphäre verbreitet, wenn eine Bewegung aus wärmeren Gegenden die Temperatur derselben in wenigen Stunden um viele Grade zu erhöhen, und umgekehrt ein Strom aus kalten Gegenden sie fast plötzlich zu erkälten vermag, so ist es dagegen mit der Einwirkung der erwärmenden und erkältenden Einflüsse auf den Boden ganz anders. Die Wärme, die sich ihm durch die Sonnenstrahlen, durch erwärmte Luft an der Oberfläche mittheilt, kann sich nur durch Fortleitung allmälig in sein Inneres fortpflanzen, und da die wärmeleitende Fähigkeit desselben, wie wir wissen, sehr gering ist, so wird diefs nur sehr langsam geschehen können. So wird denn die Wärme des Sommers nur langsam, und vielleicht erst nachdem derselbe vorüber ge-

gangen ist, in eine verhältnifsmäfsig geringe Tiefe der Erde hinabreichen. Bevor sie aber den Boden durchdrungen hat, wird schon die Winterkälte eintreten und ihr folgen; diese wird aber wieder von der Wärme des folgenden Frühlings und Sommers ereilt werden, bevor sie tief durchgedrungen ist. Und so wird, wenn sich diese Erscheinung Jahrtausende hindurch fortsetzt, in einer gewissen Tiefe des Bodens, die Differenz der Temperaturen, welche seine Oberfläche erhält, sich ausgleichen, d. h. der Boden wird die mittlere Temperatur des Klima's erhalten, unter welchem er liegt, und diefs wird auch die Temperatur der Quellen seyn, welche aus dieser Tiefe hervortreten.

Unabhängig von dem Wechsel der Witterung, ja selbst unabhängig von dem Wechsel der verschiedenen Jahreszeiten, werden die Quellen demnach eine Temperatur zeigen müssen, welche zwischen der Wärme des Sommers und der Kälte des Winters in der Mitte steht, und es wird nun noch darauf ankommen, durch direkte Beobachtung zu erfahren, in wie weit diese merkwürdige Eigenschaft derselben in der Natur wirklich stattfindet.

Untersuchungen dieser Art sind verhältnifsmäfsig sehr neu, da zur Ermittelung zuverlässiger Resultate natürlich auch vollkommene Instrumente nöthig sind, mit welchen man etwa erst seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts beobachten lernte. Um aber das Mittel zwischen der Winterkälte und der Sommerwärme eines Ortes in unseren Klimaten zu finden, mufs man wegen der Verschiedenheit derselben in einzelnen Jahren eine langjährige Reihe von Temperatur-Beobachtungen besitzen, welche die Summe der möglichen Verschiedenheiten in dieser Beziehung in sich schliefst. Wir finden daher eine solche Arbeit mit Rücksicht auf die Temperatur der Quellen zuerst im Jahre 1775 versucht.

In einem Aufsatze von Roebuck *) über die mittlere Temperatur von London, verglichen mit der von Edinburgh, bemerkt der Verfasser, dafs er für London aus dreijährigen Beobachtungen 8,98° R., für Edinburgh dagegen 6,97° gefunden habe; es sey aber die Temperatur der Quellen zu London (unabhängig von dem Wechsel der Jahreszeiten) das ganze Jahr hindurch 8,45° R., zu Edinburgh dagegen 6,6°, und eine solche Uebereinstimmung sey für jedes Land zu erwarten.

Diesem Winke folgend, hatte bald darauf Cavendish veranlafst, dafs John Hunter **) die Temperatur der Quellen auf Jamaika beobachtete, und er wollte gefunden haben, dafs dieselbe auch hier bei 21,3° R. Temperatur völlig mit der mittleren Temperatur der Atmosphäre, mit dem Mittel der Wärme aus der heifsen und kalten Jahreszeit, übereinstimmte.

Es war daher natürlich, Beobachtungen der Quellen-Temperaturen eines Landes als ein Mittel anzusehen, um sich leicht und zuverlässig von der Beschaffenheit seines Klima's zu unterrichten. Denn die Angabe des mittleren Wärmegrades, den verschiedene Orte der Erdoberfläche erhalten, giebt uns ein sehr erwünschtes Mittel, die verschiedenen Klimate derselben mit einander vergleichen zu können, indem man sie so durch bestimmte Zahlenwerthe ausdrückt, und es war diefs lange der einzige Vergleichungspunkt, welchen man aufsuchte, ehe man nach den Ansichten Alex. v. Humboldt's und L. v. Buch's darauf geführt wurde, auch die Verhältnisse der Vertheilung der Wärme in verschiedenen Jahreszeiten zu berücksichtigen, welche die Klimate verschiedener Länder so auffallend von einander unterscheiden. Man konnte nach dieser ersten Ansicht durch eine einmalige oder doch durch eine nur wenig wiederholte

*) *Philos. transact.* 1775, *p.* 459.

**) *Ibid.* 1788, *p.* 59 *sq.*

Beobachtung der Temperatur der Quellen das erreichen, was man sonst nur durch eine weitläuftige Berechnung einer an einzelnen Orten nur selten angestellten vieljährigen Beobachtungsreihe zu erhalten im Stande war, und es kam sehr viel darauf an, die Zuverlässigkeit dieses neuen Hülfsmittels zur Bestimmung der klimatischen Verhältnisse der Länder einer genauen Prüfung zu unterwerfen.

Deshalb wurden von diesen beiden Naturforschern die Quellen-Temperaturen auf ihren zahlreichen Reisen vielfältig beobachtet, und nächst den einzelnen Beobachtungen, welche Andere an ihren Wohnorten anstellten, schlofs sich denselben der schwedische Botaniker G. Wahlenberg an, dessen Untersuchungen die Klimatologie von Europa insbesondere so bedeutende Fortschritte verdankt. Während wir durch A. v. Humboldt *) die Temperatur der Quellen in den Aequatorialgegenden kennen lernten, hatten sie Wahlenberg und L. v. Buch in der Polarzone und in den gemäfsigten Klimaten von Europa ausgemittelt, und als Resultat aus diesen und den vereinzelten Bemühungen Anderer dürfen wir gegenwärtig etwa Folgendes betrachten.

Es fand sich in der Temperatur der Quellen einer Gegend im Allgemeinen, besonders bei denen, welche nicht zu nahe unter der Oberfläche entspringen, eine merkwürdige Uebereinstimmung der Gleichförmigkeit in dem Gange derselben.

Wahlenberg **) hatte durch mehrjährige Beobachtungen, die jeden Monat wenigstens einmal wiederholt wurden, die Temperaturen der Quellen in der Gegend von Upsala bestimmt, und die gröfsesten Abweichungen vom Mittel hatten das ganze Jahr hindurch bei den zuverlässigeren noch nicht 1° R. (bei dreien nur

*) Gilb. Ann. XXIV, S. 46.

**) Ebend. XLI. S. 113.

0,1° R.) betragen. Er beobachtete später, in den Jahren 1811 und 1812, die Temperatur des Gesundbrunnens bei Berlin, und fand während 5 Monaten nur eine Differenz von 0,25° R. Erman fand eine Quelle bei Potsdam (Abh. der Berl. Akad. 1818 bis 1819 p. 377), deren Veränderungen während einer Reihe von 19 monatlichen Beobachtungen nur 0,1° R. betrugen, und da Aehnliches auch an anderen Orten ausgemittelt wurde, so dürfen wir wohl auf die Genauigkeit des Resultats einzelner Beobachtungen an geeigneten Quellen, so wie auf den Werth der daraus abgeleiteten Schlüsse auf die allgemein klimatischen Verhältnisse des Landes, in dem sie vorkommen, ein grofses Gewicht legen.

Bei der Vergleichung der Temperatur der Quellen indefs mit der mittleren Temperatur der Atmosphäre desselben Landes, zeigte sich eine andere, sehr unerwartete Erscheinung. Alex. v. Humboldt bemerkte nämlich, dafs bei allen den Beobachtungen, welche er in den Gegenden von Caracas, Cumana anstellte, die Temperatur der Quellen stets um einige (bis 3° C.) Grade niedriger ausfiel, als die Mitteltemperatur der Atmosphäre. So fand er die Quelle von Quetepe auf dem Wege nach Cumana zur Halbinsel Araya in 1140 F. Höhe über dem Meere = 18° R., während die Mitteltemperatur von Cumana 20,8° beträgt, und die Quelle vermöge der dort bekannten Gesetze der Wärmeabnahme mit der Höhe etwa 20° Temperatur hätte haben müssen. Und diese Abweichung erwies sich nicht mehr als zufällig, denn später, im Jahre 1815, fand L. v. Buch *) dasselbe in einer andern Gegend der heifsen Zone, auf den kanarischen Inseln. Dort beobachtete er die mittlere Temperatur der Quellen an dem Rande des Meeres auf Teneriffa, Palma und Lanzerote zu 14,4° R.; allein die mittlere Temperatur der Atmosphäre beträgt daselbst

*) Poggend. Ann. XII, 403.

17,3°, also die Differenz beider 2,9° R. Er hat ferner gezeigt, dafs es auf Jamaika und im Innern von Congo, ja selbst noch im südlichen Europa, in Italien eben so sey.

In den Gegenden der kalten und in den nördlichen Theilen der gemäfsigten Zone dagegen, fand man allgemein ein umgekehrtes Verhältnifs: hier ist die Temperatur der Quellen und mit ihr die des Bodens immer höher als die der Luft, und je näher den Polen desto beträchtlicher erscheint dieser Unterschied.

Schon L. v. Buch hatte bemerkt, dafs in den Gegenden über den Polarkreis hinaus die mittlere Temperatur der Atmosphäre unter dem Gefrierpunkte liegt, und sollten dieser also die Temperaturen der Quellen entsprechen, so müfsten diese das ganze Jahr hindurch gefroren erscheinen, und könnten nicht austreten. Diefs aber ist nicht der Fall; er sah bei Hammerfest unter $73\frac{3}{4}^0$ nördl. Br. einen Bach, welcher den ganzen Winter hindurch nicht zufriert, aus welchem daher die Bewohner fortdauernd frisches Wasser schöpfen, und selbst auf Mager-Oe, der nördlichsten unter den Inseln Europa's, friert es nach seinen Zeugnissen in gut verschlossenen Kellern niemals, ja er zeigt an Beispielen, dafs im Winter dort unter der Schneedecke das Gras fortwächst und von den Normännern wie im Sommer benutzt wird.

Wahlenberg *) fand diefs nach genauen Beobachtungen bestätigt. Von Enontekis in Lappland erhielt er 3- bis 5jährige Beobachtungen der Atmosphären-Temperatur, aus welchen sich die mittlere Temperatur dieses Ortes (in $68\frac{1}{2}^0$ Br.) zu $-2{,}28^0$ R. ergiebt, und doch fand sich die Temperatur der Quellen dort zu $+1{,}36^0$ R., also ein Unterschied von $3{,}64^0$ R. Er theilt ferner eine grofse Reihe von Quellen-Temperaturen aus

*) *Flora Lappon. Introd. XLIII.*

Lappland mit, welche sämmtlich über der Mitteltemperatur der Atmosphäre liegen, und zeigt auf eine in der That sehr überraschende Weise, wie man sich dieser Beobachtungen bedienen könne, um die Vegetationsgrenzen zu bestimmen, und wie also die Temperatur des Bodens mit seiner Vegetationskraft im Einklange stehe.

Doch auch um fast 10° südlicher zeigte sich eine gegen die Atmosphäre höhere Temperatur des Bodens. Zu Upsala unter 59° 51′ nördl. Br. gaben mehrjährige Quellen-Temperaturbeobachtungen ein Mittel von + 5,2° R., die mittlere Temperatur der Atmosphäre aber beträgt dort nach sehr genauen Bestimmungen + 4,4° R., also eine Differenz von 0,8° R.

Ganz ähnlich fand Erman dasselbe Verhältnifs in Berlin unter 52° 31′; denn hier giebt die Beobachtung der mittleren Temperatur der Quellen 8,03° R. für die Wärme des Bodens, die mittlere Wärme der Luft aber beträgt nach Tralles 6,4° R., also eine Differenz von 1,63°, welche für unsere Breite sehr grofs ist. Dieser Unterschied scheint sich aber in dem 5° südlicher liegenden Basel, unter 47° 33′ nördl. Br., schon so völlig ausgeglichen zu haben, dafs daselbst nach den genauen Beobachtungen von Merian *) höchstwahrscheinlich Boden und Atmosphäre eine gleiche mittlere Temperatur von 7,6° R. besitzen, ein Verhältnifs, welches vielleicht unter dem 45sten Grade der Breite völlig genau zusammentreffen möchte.

Es sind mehrfach Versuche gemacht worden, um dieses eigenthümliche Verhältnifs in der Temperatur des Bodens zu der der Atmosphäre genügend erklären zu können.

Wahlenberg **) glaubte die Ursache dieser Erscheinung mit Recht in der Schneedecke suchen zu müs-

*) Abhandl. über die Wärme der Erde zu Basel 1823.

**) *Flora Lappon. Introd. LI.*

sen. Sie bedeckt in Lappland während $7\frac{1}{2}$ Monate des Jahres den Boden, und verhindert das Eindringen der Kälte in denselben; im Sommer dagegen ist der Boden frei und kann daher nicht nur ungehindert erwärmt werden, sondern es dringt auch dann fast allein das Wasser in ihn ein, welches die Quellen speiset, während im Winter nichts eindringt, was die niedrige Temperatur der Luft dem Innern der Erde mittheilen könnte.

Diese Ansicht wird auch noch dadurch bestätigt, dafs mit abnehmenden Breiten, wo der Schnee immer kürzere Zeit liegen bleibt, auch in der That dieser Ueberschufs in der Bodenwärme immer geringer wird, und dafs er, wie Wahlenberg's *) Beobachtungen auf den Schweizer Alpen beweisen, auf den mit Schnee und Eis bedeckten Gebirgen in mittleren Breiten sogleich wieder in ähnlichen Verhältnissen wie in Lappland eintritt.

Während dieser Unterschied nämlich, wie wir sahen, am Fufse der Gebirge zu Basel füglich als Null angesehen werden kann, fand Wahlenberg dagegen in 4000 Fufs Höhe (an der Buchengrenze) schon 1,9° Ueberschufs der Bodenwärme, und in etwa 6600 Fufs Höhe, auf dem Hospiz des St. Gotthard, schon 3,6° R., also genau so viel als zu Enontekis in Lappland. Eine Erscheinung, welche durch die Uebereinstimmung der Vegetations-Verhältnisse Lapplands mit denen der hohen Alpen nur an Interesse gewinnen kann.

Aehnlich wie den Ueberschufs der Temperatur des Bodens in der gemäfsigten und kalten Zone, hat nun auch kürzlich L. v. Buch das Minus derselben in der heifsen Zone zu erklären versucht. Vom südlichen Europa bis zu den Wendekreisen, so berichtet er, giebt es

---

*) *De veget. et clim. in Helvet. sept.* 1833, *p. LXXVIII.*

nur eine Regenzeit, höchstens vom November bis zum April, vom Mai an regnet es nicht mehr. Die Sommerwärme kann sich also in diesen Ländern eben so wenig dem Innern der Erde durch das Wasser mittheilen, wie die Winterkälte in kalten Ländern, und nur die niedere Temperatur der Regenzeit wird dem Innern zugeführt. — Deshalb fällt nach seiner Ansicht also die Temperatur der Quellen in solchen Ländern geringer als die Mitteltemperatur der Atmosphäre aus, auf deren Erhöhung die Wärme der trockenen Jahreszeit einen so mächtigen Einfluſs übt.

Diese Ansicht gewinnt an Wahrscheinlichkeit bei Erwägung der aufserordentlichen Langsamkeit, mit welcher erweislich die Regenwässer auf den kanarischen Inseln ihren Weg bis zu den Ursprungsorten der Quellen zurücklegen. So bricht z. B. eine starke Quelle auf Gran Canaria erst im Mai hervor, fliefst den Sommer hindurch, wird schwächer im August, und hört endlich im Oktober zu fliefsen auf, während der ganzen Regenzeit trocken bleibend. Das Wasser dieser Quelle braucht mithin wenigstens 2 bis 3 Monate Zeit, um seinen Weg durch die Klüfte des Gebirges zu vollenden, und die Wärme, mit welcher es hervortritt, ist daher die mittlere der Monate Februar und März, oder wohl gar eine noch geringere.

Dasselbe erweisen übrigens zum Theil auch die Zeiten, zu welchen die höchsten und niedrigsten Temperaturen der wenig variabeln Quellen in unseren Gegenden erscheinen. Erman fand, dafs alle Quellen bei Berlin und Potsdam ihren höchsten Stand im August erreichen, während die ansehnlichste Luftwärme bekanntlich im Juli eintritt; der niedrigste Stand zeigt sich deutlich weniger bestimmt, bei einigen im Januar, bei anderen im März, im April oder im Mai.

In Basel dagegen zeigte sich entscheidend, nach Merian,

rian, der niedrigste Stand der Quellen-Temperatur im Februar bis in den März, und der höchste im September. In Upsala dagegen, wo der Winter so viel länger dauert, war der niedrigste Stand erst Anfangs Mai beobachtet worden, der höchste aber fiel mit der Zeit in Basel zusammen, weil die Luft in der Schweiz und in Schweden im Sommer zu derselben Zeit sehr nahe gleiche Temperaturen besitzt.

Uebrigens giebt es aufser diesem allgemein gesetzmäfsigen Verhältnisse, nach welchem die Temperatur der Quellen in den verschiedenen Theilen der Erdoberfläche geordnet scheint, auch noch begreiflich eine sehr grofse Zahl von Special- und Lokal-Einflüssen, welche verändernd auf die Wärmeverhältnisse einzelner Quellen oder ganzer Quellen-Familien einwirken. Der Boden, aus welchem sie hervortreten, die Tiefe oder Höhe, aus welcher sie ihre Zuflüsse erhalten, die gröfsere oder geringere Ausgesetztheit ihres Austrittsortes gegen die Einflüsse der Sonnenstrahlen oder andere von der Weltgegend herrührende Eindrücke, und endlich die chemische Beschaffenheit der Wässer sind eben so viel Potenzen, welche sehr wohl allein dazu beitragen können, die Resultate des allgemeinen Einflusses der Klimate zu verwirren, und eben so viel Probleme für den gewandten Beobachter zu erzeugen, auf welche einzugehen hier nicht der Ort ist. Erman theilt die anomalen Verhältnisse, welche die Quellen betreffen, in erwärmende und erkältende Einflüsse, und es scheint auch in der That, als ob einige derselben einen sehr allgemeinen Charakter besäfsen.

Abgesehen von den specielleren Einflüssen konstanter Differenzen bei der Temperatur einzelner Quellen, welche er anführt, scheint es der Aufmerksamkeit werth, dafs unter sonst gleichen Umständen alle Salzquellen eine höhere Temperatur besitzen, als ihnen den klimatischen Verhältnissen nach zukommt. Alle Quellen dieser

Art im preufsischen Staate zeigen davon auffallende Beispiele; die zu Halle besitzt 12° Reaum., da ihr doch eigentlich kaum mehr als 8,5° R. zukäme; Dürrenberg gar 14° und Münster am Stein an der Nahe sogar 21°; ähnliche Verhältnisse hat man bei der Saline von Nauheim in Hessen auf eine sehr auffallende Weise beobachtet. Es ist sogar schon der Grundsatz ausgesprochen worden, dafs, je höher der Salzgehalt, um so höher auch die Temperatur einer Quelle sei; er ist indefs nicht allgemein gültig, denn Münster am Stein und Nauheim haben die schwächsten Soolquellen.

Leichter schon ist es einzusehen, und gewifs wohl auch von der Temperatur-Erhöhung der Salzquellen verschieden ist der Grund von der fast immer etwas erhöhten Temperatur vieler Sauerbrunnen, auf welche L. von Buch neuerlich die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Beispiele von auffallend kalten Quellen haben L. v. Buch und Erman ebenfalls angeführt; ich selbst habe dergleichen mehrfach in Italien, und besonders im Thale des Teverone bei Subiaco beobachtet, doch scheinen die Bedingungen des Entstehens derselben weniger allgemeiner Natur zu seyn, sondern mehr lokaler und beschränkter Beschaffenheit, als die erwärmenden Einflüsse.

Ueberhaupt aber wirken auf die Verwirrung der hier dargestellten gesetzmäfsigen Verhältnisse nicht selten störende Umstände; denn die Tiefe der Schicht, in welcher der Erdboden die mittlere Temperatur der Atmosphäre konstant annimmt, ist in verschiedenen Gegenden, theils nach dem Charakter des Klima's, theils nach der Beschaffenheit des Bodens selbst sehr verschieden, und eben so können in Gebirgsgegenden sehr leicht Beispiele von auffallend kalten Quellen vorkommen, wenn dieselben ihre Zuflüsse durch offene Klüfte aus hohen kalten Gegenden hernehmen, oder wenn während ihres Laufes ein Theil ihrer Wärme durch Verdunstung ver-

schluckt wird. Es liegt indefs hier nicht im Zwecke, auf das Detail dieser Umstände näher eingehen zu wollen. Sie finden sich u. a. sehr vollkommen auseinandergesetzt in L. F. Kämtz Lehrbuch der Meteorologie Bd. II, S. 187 u. ff.

In Beziehung auf die Eigenthümlichkeiten im Laufe der Quellen, wollen wir diesen Betrachtungen nur noch wenige Erläuterungen zum Schlusse dieses Abschnittes beifügen. — Es ist bekannt, dafs die meisten Quellen das ganze Jahr hindurch Wasser geben, und dafs diejenigen unter ihnen, welche aus gröfseren Tiefen hervortreten, in ihrer Wassermenge eben so wenig wie in ihrer Temperatur eine Schwankung zeigen. Diese, mithin die gewöhnlichste und unstreitig am meisten normale Art von Quellen, können wir nach dem Vorgange Otto's mit der Benennung der gleichförmigen auszeichnen.

Indefs giebt es von dieser Regel mehrfache Ausnahmen. Sehr viele Quellen fliefsen in verschiedenen Jahreszeiten mit verschiedener Stärke, im Herbst, im Frühjahre, wo in unseren Klimaten gröfsere Regenmengen aus der Atmosphäre niederfallen, oder kurz nachher, schwellen sie an; im Sommer und Winter dagegen, wo die Zuflüsse spärlicher ausfallen, nehmen sie ab, und zwar nach Maafsgabe der jedesmal in verschiedenen Jahren eintretenden Stärke dieser Erscheinungen, und wir nennen deshalb diese Quellen mit Recht periodische oder abwechselnde.

Eine andere Klasse von Quellen hat die Eigenthümlichkeit, zu gewissen Zeiten des Tages oder des Jahres bisweilen regelmäfsig mit dem Fliefsen aufzuhören, dann aber wiederzukehren und in bestimmten Zeiträumen mit

Fliefsen fortzufahren, dann wieder stille zu stehen und so fort. Diese werden gewöhnlich intermittirende oder aussetzende Quellen genannt. Sie sind die seltensten von allen, und wir wollen über den Grund dieser merkwürdigen Erscheinungen hier nur noch einige Worte hinzufügen.

Schon den Alten war das Intermittiren mancher Quellen sehr wohl bekannt, und Plinius führt einige derselben in Ober-Italien an, welche auch von neueren Naturforschern wieder aufgefunden sind. Die Ortsbeschreibungen der Neueren sind oft mit Beispielen derselben erfüllt, und wenngleich auch häufig sehr unkritische, durch die Liebe zum Wunderbaren mit abenteuerlichen Zusätzen ausgeschmückte Berichte davon gegeben worden sind, so läfst sich doch im Allgemeinen an der Richtigkeit der einfachen Wahrnehmung nicht wohl zweifeln. Häufig kommt dieselbe in ansehnlichen Gebirgsländern vor, und daher besonders bei uns in den Schweizer Alpen, von wo auch bereits Scheuchzer vor einem Jahrhunderte eine grofse Zahl von Beispielen bekannt gemacht hat.

Man kennt dort eine grofse Zahl von Quellen, welche es mit einander gemein haben, den Winter über nicht zu fliefsen; sie beginnen dagegen im Mai und endigen im August und September, weshalb sie dort allgemein Maibrunnen und Frühlingsbrunnen *(fontes majales)* genannt werden. Ihr Erscheinen ist leicht damit erklärt, dafs sie in dieser Jahreszeit, welche auch zugleich die der Schneeschmelze ist, allein Zuflüsse erhalten, und alle, deren Zuflüsse aus den höheren Gebirgen kommen, müssen daher diesen Charakter tragen, gemäfs den Eigenthümlichkeiten des wechselnden Wasserstandes der Gebirgsflüsse, die wir oben schon berührt haben. Indefs giebt es auch mehrere Quellen hier, deren Intermittenz sich in engere Zeitabschnitte einschliefst, und von so allgemeinen Verhältnissen unabhängig ist.

So nennt Scheuchzer als besonders merkwürdig den sogenannten Engstli-Brunnen im Hasli-Thale, im Kanton Bern. In der Vertiefung eines hohen Alpenthales, am Fufse beträchtlicher Felsen gelegen, fliefst er zwar im Allgemeinen auch nur vom Mai bis zum August, aber auch selbst in dieser Zeit fliefst er nicht gleichförmig; er hat nämlich die Eigenthümlichkeit, gewöhnlich nur einige Stunden des Abends und Morgens (und zwar gewöhnlich um 8 Uhr und um 4 Uhr Abends) zu fliefsen, dann aber gleichförmig und mit beträchtlichem Wasserreichthume. Zuweilen fängt er, wie Scheuchzer berichtet, auch des Abends an, und fliefst die ganze Nacht hindurch bis zum Morgen fort, oder auch umgekehrt; zuweilen fliefst er einige Tage lang ununterbrochen und bleibt dann auch wieder einige Tage aus. Aehnlich noch kennt man einige Brunnen in Graubündten, im Kanton Zürich u. s. w.

Auch im südlichen Frankreich, und zwar ganz besonders im Languedoc, sind sehr ausgezeichnete Quellen dieser Art bekannt, so eine Quelle bei Fonteston oder Fontestorbe in Mirepoix, welche die Eigenheit besitzt, in den drei Sommermonaten abwechselnd 36 Minuten 35 Sekunden lang zu fliefsen, und dann wieder $32\frac{1}{2}$ Minuten lang stille zu stehen. Bei eintretender nasser Witterung dagegen fliefst sie fortwährend, und ein zwei- bis dreitägiger Regen soll ihr eine beständige Ergiefsung von etwa 12 Tagen geben, nach welcher sie dann wieder ihre Intermittenzen beginnt; oft aber intermittirt sie auch in anderen Monaten, z. B. im Winter. Aehnlich kennt man Quellen bei Nismes und bei Colmar in der Provence.

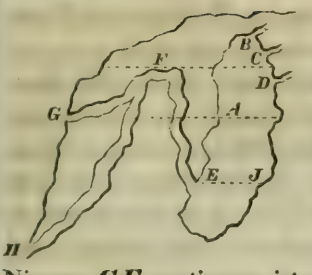
Unter den Quellen in Deutschland hat früher der Bolderbrunnen oder sogenannte Bullerborn in Westphalen, zu Altenbeeken bei Paderborn, einen ausgezeichneten Ruf erlangt. Er hatte die Eigenheit, täglich zwei Perioden zu machen, welche man wohl mit

Ebbe und Fluth verglichen hat; wenn er 6 Stunden ausgeblieben war, so kam er gewöhnlich mit einem polternden Geräusch wieder zum Vorschein, und floſs 6 Stunden lang so stark, daſs er fähig war drei Mühlen zu treiben. Diese Erscheinung aber hat, wie mich eigene Beobachtungen gelehrt haben, lange schon und muthmaſslich seit mehr als 150 Jahren aufgehört. Die Quelle fliefst nun gleichförmig, aber offenbar viel schwächer als zuvor. Dagegen hat Hausmann eine andere intermittirende Quelle bei Eichenberg, eine Stunde von Witzenhausen, beschrieben, welche regelmäſsig alle zwei Stunden aussetzt.

Um diese merkwürdige Erscheinung zu erklären, hat man schon früh, und in der That zu sehr vollkommener Befriedigung, seine Zuflucht zu den Erscheinungen des Hebers genommen. Erinnern wir uns zunächst, worin diese bestehen.

Ein Heber ist wesentlich eine gebogene, an beiden Enden offene Röhre von sonst ganz willkürlicher Gestalt. Wird ein Schenkel dieser Röhre in ein Gefäſs mit Flüssigkeit gestellt, so steigt diese darin so hoch als sie in dem Gefäſse steht; wird sie (die Flüssigkeit) nun aber durch einen Druck bis zum Scheitelpunkte der Biegung erhoben, so fängt sie an, zu der Oeffnung, welche frei ist, herauszufliefsen, und zwar nach hydrostatischen Gesetzen so lange ununterbrochen, bis entweder das Niveau im Innern auf das Niveau der Mündung des äuſseren Schenkels gesunken ist, oder, wenn dieſs wegen gröſserer Länge desselben nicht geschehen kann, so lange, bis der innere Schenkel den Wasserspiegel nicht mehr erreicht.

Wenden wir diese Thatsache auf den Ursprung der Quellen im Innern der Gebirge an, so ist klar, daſs hier sehr leicht eine Verbindung von Klüften (Kanälen) und Höhlen vorkommen kann, welche nach den Gesetzen des Hebers wirken muſs. Gesetzt, wir hätten eine Höhle



A welche von den Klüften *B*, *C*, *D* u. s. w. aus Zuflüsse erhält, und einen heberförmig gebogenen Ausgang *EF* u. s. w. hat, so ist klar, dafs kein Tropfen Wasser aus ihr abfliefsen kann, bevor nicht das in ihr angesammelte Wasser bis zum Niveau *CF* gestiegen ist; dann aber wird es plötzlich und ununterbrochen abfliefsen, und zwar, wenn die Austrittsöffnung bei *G* läge, so lange, bis der Wasserspiegel auf das Niveau *GA* gesunken ist; wäre er dagegen in *H*, so lange, bis das Wasser zum Niveau von *EJ* gesunken, und mithin, bis die Höhle beinahe ausgeleert worden; dann aber wird nothwendig Stillstand eintreten, und das Wasser nicht früher wieder zu fliefsen anfangen, bis es das Niveau *FC* erreicht hat, und es wird mithin eine solche Quelle, welche mit einem ähnlichen zuweilen vorkommenden Höhlen-Apparat in Verbindung steht, intermittirend werden müssen.

Die Gröfse der Perioden dieser Intermittenz wird sich nach der mehreren oder minderen Schnelligkeit des Zuflusses zu der Höhle, und nach der Gröfse der Höhle selbst, richten, und in verschiedenen Jahreszeiten unregelmäfsig verschieden, in kurz nach einander folgenden Perioden aber durchaus gleich ausfallen; wird aber in regnerischen Jahreszeiten der Zufluſs so stark, dafs die Höhle *A* fortwährend erfüllt bleibt, so wird auch der Abfluſs ununterbrochen seyn, und die Intermittenz wird so lange aufhören; kurz es werden alle die Eigenheiten, welche wir an intermittirenden Quellen bisher bemerkt haben, genügend durch diese Annahme erklärt werden. Wird aber durch irgend einen Zufall der Heber verstopft oder sonst zerstört, so wird natürlich die Intermittenz der Quelle für immer aufhören, und so scheint es u. a. der Fall mit dem obengenannten Bullerborn zu

seyn, bei welchem muthmafslich der Bergbau die Ursache der Zerstörung des Apparates gewesen ist.

Noch kann ich nicht umhin, hier einer ganz eigenen Art von intermittirenden Quellen zu gedenken, deren Entstehungs-Apparat von dem beschriebenen wesentlich abweicht. Es sind diefs die intermittirenden heifsen Springquellen, welche in mehreren vulkanischen Gegenden der Erde, nirgend aber schöner und zahlreicher vorkommen, als auf Island.

Die beträchtlichsten derselben sind dort der Geiser und der seit 1784 durch ein Erdbeben neu entstandene Strock, welcher nach Ohlsen's Bestimmung nur 290 Fufs vom Geiser entfernt liegt. Der Name Geiser kommt von dem isländischen Worte *geisa*, wüthen, her.

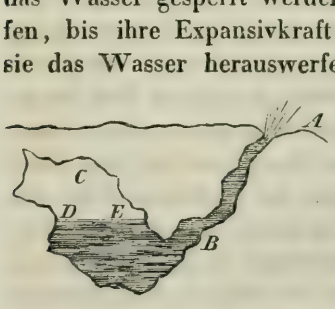
Beide liegen in einem überall von unzähligen heifsen Quellen durchbohrten flachen Thale, dem sogenannten Hoegedal, etwa 3 Meilen nördlich von Skalholt. Ihre Ursprungsorte sind fast kreisrunde Becken von 60 bis 70 Fufs Durchmesser, auf der Spitze kleiner Hügel von etwa 30 Fufs Höhe, ganz aus Kiesel-Absätzen gebildet, die die Quellen selbst an ihren Mündungen abgesetzt haben. — Diese Becken haben auf ihrem Boden einen engen Zuführungs-Kanal, durch welchen siedend heifses Wasser allmälig aufsteigt; hat diefs nun das Becken erfüllt, oder auch früher, so erfolgt gewöhnlich ein unterirdisch rollendes Getöse, Kanonenschüssen vergleichbar, oft so stark, dafs der Boden mächtig davon erbebt, sich hebt, und gewissermafsen zu bersten droht; gleichzeitig wird das Wasser unruhig, schäumt wild auf, und indem sich eine ungeheure Dampfmasse aus ihm entbindet, wird es mit Heftigkeit aus dem Boden herausgeworfen, Strahlen von 8 bis 10 Fufs Durchmesser werden mit losen Steinen und Dampf vermengt, wie Raketen, unter günstigen Umständen bis zu einer Höhe von 3- bis 400 Fufs (Olafsen und Povelsen schätzten die Höhe

einmal auf 60 Faden) emporgeschleudert. Bei jedem Schufs erfolgt ein Ausspritzen, und diefs hält so lange an, bis Alles ausgeleert ist; dann erfolgt wieder eine Zeit lang Ruhe, das Wasser steigt abermals und das Schauspiel beginnt von Neuem. Die Zeiträume, in welchen diese Ausbrüche erfolgen, haben nach den einstimmigen Aussagen der Augenzeugen eben so wenig etwas Konstantes, als die Gröfse und die Dauer der Ausbrüche selbst. Olafsen und Povelsen sahen im Jahre 1775 in 24 Stunden nur zwei eigentliche Ausbrüche, der letzte aber, der nach so langer Ruhe erfolgte, hatte eine furchtbare Heftigkeit; die Wassergüsse folgten Schufs auf Schufs, und die Ergiefsung dauerte 10 Minuten; zwischen jedem Gufs aber lag eine Periode der Ruhe von 3 Sekunden, und es waren daher in diesem kurzen Zeitraume etwa 200 Güsse erfolgt, deren höchster etwa 360 Fufs stieg (diefs geschah 1750).

Aus einer von Troil 1772 entworfenen Uebersicht dagegen, welche Torbern Bergman mittheilt, ergiebt sich, dafs der Geiser damals in Zeit von etwa 24 Stunden 17 Mal ausbrach; einige Ausbrüche indefs trieben das Wasser nur schwach über den Rand des Beckens, andere dagegen spritzten es bis 92 Fufs hoch; dazwischen lagen unzählige Abstufungen, und dabei dauerten 8 Ausbrüche nur wenige Sekunden lang, die längsten dagegen etwa 4 Minuten. Als Ohlsen 1805 das Phänomen beobachtete, war es wieder verschieden. Der Geiser warf ziemlich regelmäfsig alle 6 Stunden einmal aus, und trieb bei einem Ausbruche seinen Wasserstrahl bis zu 212 Fufs Höhe. Die Dauer dieser Eruption aber betrug 10 bis 12 Minuten, der Strock dagegen hatte seltnere und ganz unregelmäfsige Ausbrüche, welche das Wasser bis zu 150 Fufs Höhe trieben; Ohlsen sah hier einmal Wasser und Dampf ununterbrochen stets aufsprudelnd 2 Stunden 10 Minuten lang entweichen; wieder anders waren die einzelnen Erscheinungen, als sie frü-

her Mackenzie, später Henderson und Mage und Andere weiter wahrnahmen, und es geht auch schon aus Olafsen's Beschreibung hervor, dafs selbst der Ort, an welchem diese Geiserquellen ausbrachen, und wahrscheinlich auch die Zahl der zu gleicher Zeit emporgetriebenen Wasserstrahlen dem mannigfaltigsten Wechsel unterworfen war.

Um diese Erscheinungen genügend erklären zu können, hat schon Bergman eine passende Vorstellung gewählt, welche später Mackenzie erweiterte, und neuerlich P. Scrope wieder vollständiger vorgetragen hat. Es ist nämlich klar, dafs das Wasser dieser Quellen durch irgend eine elastische Macht herausgetrieben wird, und diese kann keine andere seyn, als die Kraft der Wasserdämpfe selbst, deren heftiges Entweichen das Ausspritzen des Wassers begleitet. Es mufs daher also im Innern der vulkanischen Massen, aus welchen diese Quellen hervorsprudeln, wie so höchst wahrscheinlich, Höhlungen geben, in welche die angehäuften Dämpfe durch das Wasser gesperrt werden, und sich so lange anhäufen, bis ihre Expansivkraft so grofs geworden ist, dafs sie das Wasser herauswerfen und sich den Weg bahnen. Es sey *C* eine solche Höhle, die durch vulkanische Wirkung, wie bei allen heifsen Quellen, fortwährend von unten erhitzt wird. In sie dringt durch viele kleine Klüfte am Boden heifser Wasserdampf ein, dieser wird zum Theil hier durch Druck und Abkühlung kondensirt, und sammelt sich auf dem Boden der Höhle und in dem Ausflufs-Kanal der Quelle *AB*, der in diese Höhle mündet. Der Druck des Dampfes treibt es darin aufwärts in das Becken an der Mündung *A*, es fliefst über, der Druck wird vermindert, und es verdampft schnell viel Wasser von der



Oberfläche *DE*; dadurch wächst wieder die Expansivkraft in *C* aber sehr schnell, und es erfolgen heftige Stöfse, welche das Wasser herauswerfen und den Dampf entweichen lassen; dadurch aber erkalten die Wände der Höhle, der neuerlich entwickelte Dampf kondensirt sich wieder, Hitze nnd Druck vermehren sich, und die alten Erscheinungen folgen von Neuem.

B. Von den Flüssen.

Die natürlichen Kanäle, durch welche das aus der Atmosphäre auf das Land herabgefallene Wasser dem Meere und den Seen, welchen es durch Verdunstung entzogen worden, wieder zugeführt wird, nennt man im Allgemeinen Flüsse. Quellen zunächst bilden Bäche; aus Bächen entstehen kleinere Flüsse; diese vereinigen sich zu gröfseren Flüssen, und wenn letztere sehr mächtig werden, viel Wasser mit bedeutender Geschwindigkeit fortführen, stellen sie Ströme dar. Solche oder ähnliche Benennungen für die verschiedenen Stufen des fliefsenden Gewässers finden sich in allen Sprachen, aber die damit verbundenen Begriffe werden in keinem streng wissenschaftlichen Sinne genommen *).

In bewohnten Ländern führt jeder Flufs, Bach oder Strom seinen Namen, um ihn von anderen zu unterscheiden; allein wenn mehrere Flüsse oder Bäche zusammenkommen, wird nur der Name des einen von ihnen beibehalten, gewöhnlich der des bedeutenderen, oder, wenn diefs nicht leicht auszumitteln, der, dessen Quellen am entferntesten sind.

Von dieser Regel giebt es jedoch häufige, wenn freilich für die Natur der Sache selbst bedeutungslose Ausnahmen. Schon Otto bemerkt u. a., dafs, wo sich in Böhmen Elbe und Moldau verbinden, die erstere eigentlich ihren Namen einbüfsen müsse, denn sie kommt

*) Ritter's Erdkunde, 2te Aufl. Bd. I, S. 77.

von dem südlichen Abfalle des Riesengebirges herab, die Moldau aber wohl doppelt so weit von den Grenzen des Donaugebirges. Auch wo Bug und Narew sich unterhalb Pultusk zu einem der bedeutendsten Nebenströme der Weichsel verbinden, herrschen Zweifel ähnlicher Art, und daher verschiedene Angaben auf den Karten. Noch ausgezeichneter ist das Beispiel von dem Inn und der Donau, bei welchem Ebel darauf aufmerksam macht, dafs der vereinigte Strom unter Passau eigentlich der Inn heifsen müsse, denn der Weg von den Quellen ist zwar bei beiden gleich lang, aber die Wasserfülle des Inn ist beträchtlich gröfser. Wo die Werra und Fulda zusammenfliefsen, müfste eigentlich der vereinigte Strom von der ersteren den Namen erhalten.

Noch häufiger kommen solche Abweichungen in entfernteren Ländern vor; dort hat häufig derselbe Hauptstrom an der Mündung, wo ihn die Europäer zuerst kennen lernten, einen anderen Namen, als weiter oberhalb. So der Amazonenstrom oder Marañon, in welchen sich hoch oberalb der Ucayal ergiefst, welcher sehr viel weiter herkommt und viel wasserreicher ist. So der La Plata, der erst fast an der Mündung seinen Namen erhält, wo sich die vereinigten Ströme Paraguay, Parana und Uraguay ergiefsen, während doch der erstgenannte bei weitem der bedeutendste ist, und den entferntesten Ursprung hat. So der Missisippi in Nordamerika, welcher lange Zeit für den Hauptstrom jenes Landes galt, bis man fand, dafs der Missuri, der ihm von NW. zuströmt von den fernen Felsengebirgen, nur wenig entfernt von den Quellen des Columbia-Stromes herkommt, und bei weitem der wasserreichste ist.

Es sind diefs Beispiele, deren sich leicht noch viele werden nachweisen lassen, und welche als Inkonsequenzen zu betrachten sind, dennoch aber beibehalten werden müssen, da es weder rathsam noch möglich ist, Na-

men, die allgemein bekannt und im Volke selbst herrschend sind, abzuändern, und durch neue, wenn auch richtigere, zu ersetzen.

Den ganzen Umfang des Landes, aus welchem ein Strom oder eine Haupt-Wasserader seine Nahrung erhält, nennt man sein Strom-Gebiet (Flufs-Gebiet), und die Grenzen desselben, wo sie sich scharf zwischen benachbarten Strom-Gebieten nachweisen lassen, nennt man Wasserscheiden (Trageplätze, *portages*). Beide Bezeichnungen, welche uns in die Eigenthümlichkeiten der Flüsse im Allgemeinen einführen, verdienen noch eine specielle Erörterung in Beziehung auf die Aufschlüsse, welche uns ihre Auffassung für die Kenntnifs von der Gestaltung der Erdoberfläche darbietet, und diefs Verhältnifs in den Umrissen der Flufsgebiete und der Gestalt der Erdoberfläche wird das einzige seyn, was wir hier von den physisch-geographischen Beziehungen der Flüsse besonders hervorheben wollen.

Da die Bewegung des Wassers in den Flüssen durch den Einflufs der Schwere oder nach den Gesetzen des Falles bewirkt wird, so folgt natürlich, dafs der Ursprungsort derselben höher als ihr weiterer Verlauf bis zur Mündung liegen, und die Oberfläche der Flüsse mithin eine mehr oder minder stark geneigte Ebene von dem Innern des Landes bis zum Meere bilden müsse. Da ferner dasselbe bei allen Nebenflüssen, die sich zu einem gemeinsamen Strome verbinden, stattfindet, so erhält die Oberfläche des ganzen Raumes, aus welchem ein Strom seine Zuflüsse erhält, eine gegen seine Hauptrinne mehr oder minder geneigte (abhängige) Lage, und es entsteht dadurch das Bild eines mehr oder minder vollkommen ausgearbeiteten Beckens, dessen tiefste Linie am Boden von dem Hauptstrome durchfurcht wird, dessen Seitenwände aber von den Nebenflüssen und Bächen, sich immer mehr vertheilend, bezogen werden, während die Wasserscheiden die Ränder des Beckens bil-

den, und unmittelbar an die Ränder der benachbarten Flufs-Becken anstofsen.

Man nennt deshalb mit Recht auch wohl den ganzen Umfang eines Stromgebietes sein Becken (*bassins des rivières*), die Hauptrinne desselben aber den Thalweg. Diese entschieden nothwendige und in der Natur sich bestätigende Gestalt aller Flufsgebiete aber giebt uns, wie auf den ersten Blick daraus hervorzugehen scheint, einen schnellen und leicht zurechtweisenden Führer, um daraus Schlüsse auf die Gestalt der Oberfläche des Festlandes ableiten zu können, und mit Begierde haben daher von jeher die Geographen sich seiner als eines willkommenen Hülfsmittels in Fällen bedient, wo die Beschreibungen und Messungen zur unabhängigen Konstruktion der Vertheilung der Unebenheiten auf der Erdoberfläche nicht ausreichten. Ueberall, wo die entferntesten Quellen gröfserer Flüsse herkommen, glaubte man, müsse ein hohes Gebirge angenommen werden, und man hielt deshalb z. B. lange Zeit hindurch den St. Gotthard für den höchsten Gebirgspunkt Europa's, weil von ihm die Quellen der bedeutendsten Ströme unseres Welttheils ihren Ursprung nehmen. Hatte man nun ferner erst das Flufsnetz eines Landes entworfen, so umzog man die wellenförmigen Linien, in welchen die Grenzen benachbarter Stromgebiete an einander grenzen, mit den bedeutenderen Gebirgszügen, man sendete mehr oder minder bedeutende Seitenzweige auf den Wasserscheiden der Nebenflüsse ab, nach Maafsgabe ihrer Gröfse und ihres Wasserreichthumes. Man glaubte auf diese Weise die Natur zu kopiren, das Wesen der Oberflächengestalt vollkommen dargestellt zu haben, und man pflegte deshalb auch bis heute zum Theil noch die Eintheilung der Länder nach Flufsgebieten oder Abfällen in dieselben ihre natürlichen Grenzen zu nennen. Lange Zeit hindurch hielt man sich, wie diefs viele Karten beweisen, von der Richtigkeit dieser Methode der

Auffassung der Bodengestalt so überzeugt, dafs man sie kaum einer Prüfung, einer Vergleichung mit der Natur selbst, zu unterwerfen für nothwendig hielt.

Es würde sich auch bei genauerer Betrachtung in der That gegen diese Vorstellung nichts einwenden lassen, wenn wir nachzuweisen im Stande wären, dafs die Vertheilung der Unebenheiten auf der Erdoberfläche in ihren allgemeinsten Verhältnissen das Werk des fliefsenden Wassers wäre. Denn denken wir uns z. B. die Erdoberfläche ursprünglich von verschiedenartig gerichteten Furchen, vielleicht den Resultaten alter Meeresströmungen, durchzogen, und in einfachen Verhältnissen zwischen zwei benachbarten Furchen einen verrundeten Landrücken, so wird die Wirkung der fliefsenden Wässer auf diese von dem Meere entblöfste, nothwendig vorausgesetzte Grundform sich leicht nachweisen lassen. Sobald atmosphärische Niederschläge erfolgen, werden dieselben an den Abhängen des Berges herabfliefsen; es werden Quellen an denselben austreten, und natürlich auf dem kürzesten Wege des Falles ihren Abflufs in die benachbarte Tiefe nehmen; senkrecht auf der Richtung des Kammes werden sie dabei die Abhänge des Rükkens durchfurchen, und ihn in eben so viele Nebenrükken zerschneiden, als sich Nebenarme zu dem Hauptstrome in der Tiefe gebildet haben; aber die Nebenrükken werden von den abfliefsenden Gewässern völlig ähnlich wie der Hauptrücken zerschnitten werden, und so werden sich denn auf ähnliche Art Nebenrücken zweiter, dann dritter Ordnung u. s w. bilden. So wird dann das Flufsnetz, welches das Land überzieht, immer mehr dahin streben, die etwa wegen Ungleichheit der Wirkung in verschiedenen Stellen vorkommenden Unebenheiten (Ungleichförmigkeiten) der Oberflächengestalt aufzuheben, den Stromgebieten immer mehr die Form regelmäfsiger, durch die Wasserscheidungslinien getrennter Becken zu geben, den Gebirgen immer mehr eine nach dem Laufe

der Gewässer geordnete symmetrische Vertheilung einzuprägen, und folglich würde der Schlufs auf die Gestalt der Oberfläche eines Landes auf der Vertheilung seiner fliefsenden Gewässer völlig gegründet erscheinen.

Vergleichen wir ein solches von der Oberflächengestalt der Erdrinde nach diesen Grundsätzen entworfenes Bild mit einer unbefangenen Ansicht der Natur, so zeigt sich, dafs es nur an wenigen Orten anwendbar sey. An unzähligen Punkten werden wir Verhältnisse der Erdgestalt finden, bei welchen uns der Führer, welchem Geographen und Kartenzeichner lange nur zu bereitwillig gefolgt sind, verläfst. Zwar werden wir überall finden, dafs, wo die Gewässer gewirkt haben, sie danach streben, eine Oberflächengestalt zu erzeugen, welche der eben vorgeführten sich nähert; allein wir dürfen dabei nicht vergessen, dafs der Schauplatz, auf welchem sie wirken konnten, in Beziehung auf die Gestalt und Vertheilung seiner Unebenheiten keinesweges nach den Gesetzen der einfachen Spülung geordnet war. Gebirge haben sich in verschiedenen Perioden der Erdrindenbildung erhoben und die Furchen zerstört oder unterbrochen, welche vielleicht ältere Ströme auf derselben zurückgelassen haben. Einzelne Theile der Erdrinde sind, das läfst sich erweisen, abwechselnd bald Festland bald Meeresgrund gewesen, und ein von der jetzigen Vertheilung der Gewässer völlig unabhängiges Netz von Erhöhungen und Vertiefungen ist dadurch auf ihnen gebildet worden. Es erscheinen also die Ursachen von der gegenwärtigen Oberflächengestalt der Erdrinde als ein sehr verwickeltes Problem, zusammengesetzt aus den Wirkungen der wieder so mannigfachen verändernden Einflüsse aller Epochen, welchen die gegenwärtige Vertheilung der fliefsenden Wässer sich nach lokalgünstigen Umständen anschliefst, um neue sekundäre Veränderungen zu erzeugen, da sie die Grundzüge der Gestaltung nicht mehr zu bestimmen und auch nicht zu verwischen ver-

vermag. Ihre Berücksichtigung kann daher nur zur Auffassung der Oberflächengestalt in sehr untergeordnetem Sinne dienen, nicht aber als leitendes Prinzip bei der Betrachtung eines Verhältnisses, das ihrem Einflusse nur einen untergeordneten, wenngleich immer beachtenswerthen Theil seiner Eigenthümlichkeiten verdankt.

Was aber schon die theoretische Betrachtung als sehr wahrscheinlich darbietet, das zeigt die Erfahrung auch vielfach bestätigt, und seitdem man begonnen hat auf dieses Verhältnifs aufmerksam zu werden, erhalten wir fortwährend neue Beweise für die Unabhängigkeit der Oberflächengestalt des Festlandes von der gegenwärtigen Vertheilung und Wirkung der auf ihm fliefsenden Gewässer.

1) Gebirge üben häufig gar keinen, oder doch einen in Verhältnifs zu ihrer Höhe und Gröfse nur unbedeutenden Einflufs auf die Wasserscheiden aus.

Ausgezeichnete Beispiele von der Richtigkeit dieser Thatsache liefern die uns zunächst liegenden Gebirge, der Harz, der Thüringer Wald und das Erzgebirge, besonders das erstere.

In Erhebung unter den norddeutschen Gebirgen am bedeutendsten, und durch plötzliches Ansteigen sehr ausgezeichnet, würden wir im Harz gerade eine Wasserscheide erster Ordnung erwarten müssen. An ihm, so würden wir voraussetzen, müssen die bedeutenderen Flüsse Norddeutschlands ihre Quellen haben, von ihm Bergrücken ausgehen, welche sich mit der Entfernung gegen das Meer hin allmälig verflächend die Linien der Wassertheilung bezeichnen; allein wir wissen, wie wenig diese Voraussetzung mit den Verhältnissen in der Natur übereinstimmt. Keiner der beiden ansehnlichsten Flüsse des Landes, die Elbe und die Weser, nehmen von hier ihren Ursprung, beide kommen von ferner liegenden, minder hohen Gebirgen herab, und fliefsen in be-

deutender Entfernung von ihm vorüber, nur Nebenflüsse, und zwar nicht einmal die bedeutendsten von ihnen, empfangend; denn sowohl die Zuflüsse des Harzes in die Elbe als in die Weser, erreichen diese erst durch Verbindung mit anderen gröfseren Nebenflüssen, an welche sie ihren Namen abgeben. Das Gebirge liegt, wie alle Karten zeigen, in Form eines breiten Rückens, dessen Erhebungslinie von SO. nach NW. gerichtet ist; allein diese Lage des Kammes (oder der Haupt-Längenerstreckung) hat auf die Lage der Hauptwasserscheide in ihm keinen Einfluſs, sie findet sich vielmehr rechtwinklig darauf von SW. nach NO. quer über den Kamm setzend, und wollten wir diese Abweichungen von der systematischen Ansicht im Speciellen an ihm durchführen, so würden wir zeigen können, daſs oft im Kleinsten hier das wiederkehrt, was wir in allgemeinen Grundzügen schon an ihm auffallend bemerkt haben. Indeſs wenn dieses Gebirge auf die Lage der Quellen der gröfseren Flüsse Norddeutschlands, und auf die Richtung ihrer Wassertheiler keinen Einfluſs übt, so würde man doch wohl einen Zusammenhang seiner Höhe mit dem diese Flufsgebiete scheidenden Landrücken erwarten, und wirklich finden wir auf einigen Karten scheidende Höhenlinien, als von ihm ausgehend, angegeben; indeſs existiren sie nur in der Phantasie. — Schon sehr nahe in N. des Gebirges finden wir eine scharf an dem vorliegenden unbedeutenden Hügellande absetzende Ebene, und in dieser sehr bald keine Spur eines Landrückens, der mit dem Gebirge in Verbindung stehen könnte. Die Ilse und die Bode, als die beiden nächsten Flüsse des Elb- und Weser-Gebietes, stehen mit einander in offener Verbindung durch ein weites ununterbrochenes Thal, im natürlichen Zustande bedeckt durch einen stehenden Wasserspiegel; und bald darauf kehrt dieſs Verhältniſs noch einmal wieder bei den in einer Sumpffläche vereinigten Gebieten der Aller und Ohre, zwischen

denen jetzt nur eine künstliche, keine natürliche Scheidung besteht. Die Angabe eines Bergrückens ist hier eine verwerfliche Abweichung von der Natur. — Nordwärts von diesen Unterbrechungen des Wassertheilers erhebt sich der flache Landrücken der Lüneburger Heide, dem Harze parallel, als eine vollkommene Wasserscheide, und dieser den Charakter des niedrigen Landes tragend ist für die Vertheilung des Flufsnetzes in Nord-Deutschland wenigstens eben so bedeutend, als dessen ansehnlichstes Gebirge.

Der Rücken des Thüringer Waldes scheint auf den ersten Blick allerdings viel entscheidender für Wasserscheidung, als der Harz; indefs ist er in der That für sie kaum eine einflufsreichere Erscheinung. Dieser Rükken hat einen langgezogenen scharfen Kamm, der gleich dem Harze von SO. nach NW. streicht; er scheidet Thüringen von Franken, das Gebiet des Mains von dem der norddeutschen Ströme, aber freilich nicht nach den Voraussetzungen systematischer Grundsätze. Die Scheidung des Mains und der Weser liegt auf der Südseite des Kammes; dorther entspringt die Werra und nimmt vom Süd- und Nordabhang Zuflüsse auf, und zwar ist diefs nur der Fall, wo das Gebirge seine ansehnlichste Höhe erreicht. Nur ein Theil von den Abfällen des Gebirgskammes selbst schickt dem Main sein Wasser zu, und im Uebrigen liegt die Wasserscheide zwischen beiden Hauptströmen völlig aufserhalb des Gebirges auf der Fläche zwischen Hildburghausen und Melrichstadt, wo die fränkische Saale entspringt. Mehr dem erstgewählten Vorbilde entsprechend, scheidet die Rhön das Gebiet der Fulda und des Mains; indefs steht sie völlig isolirt und ohne Verbindung mit dem Thüringer Walde. Endlich auf der Nordseite dieses letzteren liegt die Scheidung zwischen Elbe- und Weser-Gebiet (zwischen Saale und Werra) wieder quer gegen die Richtung des Gebirgskammes, und hier tritt

so wenig ein scheidender Rücken zwischen beiden in Verbindung mit dem Thüringer Walde auf, dafs man bei Gotha einen seinem freien Gefälle überlassenen Kanal gegraben hat, welcher beide Flufsgebiete mit einander verbindet, und doch geben selbst hier einige Karten einen Höhenzug an, welcher den Thüringer Wald mit dem Harze verknüpft.

Das Erzgebirge endlich, ohnerachtet es zu den bedeutendsten Gebirgen gehört, welche die Elbe in ihrem Laufe berührt, ist für das Wassersystem derselben von sehr geringer Bedeutung. Es nimmt an der Bildung ihrer Hauptquellen keinen Theil, und hat für die Scheidung der Gewässer keine gröfsere Bedeutung, als etwa die Landrücken in der Mark Brandenburg oder in Mecklenburg, welche ihr Gebiet von dem der Oder trennen und ihr Havel und Spree zusenden.

Fast alle bedeutenderen Gebirge Europa's zeigen zum Theil in die Augen springende Beispiele ähnlicher Erscheinungen. Das Detail liegt uns indefs entfernter; nur zwei der auffallendsten will ich anführen.

Kein Rücken bedeutenderer Gebirge scheint auf den ersten Blick den Gesetzen der Spülungen mehr zu entsprechen und eine vollkommenere Wasserscheide zu bilden, als der Rücken der Karpaten, welcher Gallizien von Ungarn wie ein ununterbrochener Damm trennt, und die Gewässer so ansehnlicher europäischen Ströme wie die Donau und die Weichsel scheidet. Betrachten wir ihn indefs genauer, so finden wir hier merkwürdige Ausnahmen von der Regel. Die Karpaten erheben sich im Tatra-Gebirge zu einem scharfen schmalen Grat, der 8000 F. Höhe erreicht, und hier, sollten wir meinen, müfste die Scheidung der Quellen-Bezirke der Donau und der Weichsel noch schärfer als im übrigen Theile ausgesprochen seyn. Indefs gerade entgegengesetzt entspringt die Arve, welche sich mit dem Waag verbindet und zur Donau abfliefst, auf der Nordseite des

Gebirges in Gallizien, und der Poprad dagegen, welcher mit dem Dunajez vereinigt in die Weichsel fällt, in Ungarn auf der südlichen Seite der Tatra; er umgeht sie in Osten, um nach Norden auszutreten, seine Wasserscheide von den Quellen des nächsten zur Donau strömenden Flusses, des Hernad, liegt gar nicht im Gebirge, sondern daneben auf einer Fläche von 1860 F. Höhe, zwischen Teplicz und Ganocz *); gerade hieher aber würde man nach älteren Ansichten das hohe Gebirge versetzen.

Merkwürdiger zeigt sich diese Abweichung im Laufe der Gebirge und der Wasserscheiden an der nördlichen Seite der Alpen. Es giebt kein grofsartigeres Thal in Europa, als das, was sich zwischen der Alpen- und der Jurakette ausdehnt. Zwei nahe parallele Gebirgszüge begrenzen es, auf der Südseite bis 6- und 8000 F., auf der Nordseite bis 3- und 5000 F. Höhe ansteigend, und die Unebenheiten in seinem Innern, die Berge der niederen Schweiz und des südlichen Baierns erscheinen darin wie Hügel auf dem Boden eines weiten Seebeckens, das einst diese Tiefe nach der Beschaffenheit ihres Grundes gewesen seyn mufs, und zum Theil noch ist (Bodensee, Genfersee, Neufchateller-, Zürchersee u. s. w., baierische Seen). Kein Gebirgszug verbindet beide, auch ihrer geognostischen Konstitution nach völlig unabhängigen Ketten.

Hier ist eine tiefe ursprüngliche Furche, und wir dürften wohl erwarten, die Wässer beider entgegengesetzten Abhänge dem Boden derselben zufliefsen zu sehen, und in der Mitte einen Strom, der sie nach der weiten Oeffnung des Thales in Osten abführt. So ist es auch im östlichen Theile desselben. Hier ist die Donau der Strom dieses Längenthales, und wenn sie auch nicht in der Mitte desselben fliefst, so entspricht sie doch

*) Wahlenberg *Flora carpath. p. XXXIII* u. *LIX*.

im Allgemeinen unserem Bilde; allein ihr Beginn liegt doch erst nordwärts des Bodensees. Dort tritt weiter westlich der Rhein in dieses Thal, und indem er quer durchläuft, verläfst er es in der Richtung von Schaffhausen nach Basel, und tritt dann zwischen andere Bergsysteme.

Würden wir nun nicht, um die Becken der Ströme nach den Gesetzen der Spülung zu sondern, wie es so viele Karten thun, einen Zweig von den Alpen zwischen dem Bodensee und der Donau durch zum Schwarzwalde hinüberführen müssen? Und doch giebt es hier kein Gebirge. Nach einer durch Messungen unterstützten Darstellung *) ist hier das Land völlig eben und flach (Schuttland), und der Wassertheiler zwischen beiden Flüssen erhebt sich sehr sanft im Federsee zu kaum 300 F., ganz unverhältnifsmäfsig, wären die Unebenheiten der Erde eine Folge der Auswaschungen des fliefsenden Wassers.

Noch einmal wiederholt sich dieselbe Erscheinung weiter südwestlich. Dort tritt die Rhone in dieses Thal, geht quer hindurch und unterhalb Genf hinaus ins südliche Frankreich; auch sie wird durch keine nennenswerthe Bergkette von den Zuflüssen des Rheines geschieden, und es würde nicht schwer seyn, den Genfersee mit dem Neufchateller in schiffbare Verbindung zu bringen. Wie so ganz anders als in der Natur würde hier also nicht die Verbreitung der Gebirge ausfallen, wollten wir sie hier nach der Umgrenzung der Stromgebiete auftragen!

Uebrigens ergiebt sich auch bei einer specielleren Vergleichung des Laufes der Wasserscheiden im Innern der Alpen, dafs die Richtung der hohen Gebirgskämme durchaus nicht mit ihnen übereinstimmt. Auch in den Pyrenäen ist es so; dort folgt die Grenzlinie zwischen

*) Weifs Südbaierns Oberfläche.

Spanien und Frankreich seit dem Traktate von 1660 der Wasserscheidungslinie, die aber nicht die Linie des höchsten Gebirgskammes ist, indem z. B. der Montperdu weit südwärts davon bleibt.

2) Es giebt grofse Strecken auf der Erdoberfläche, wo die bedeutendsten Wasserscheiden ohne alle Gebirge (deren Nähe dabei, wenn auch nicht nach jener unhaltbaren Ansicht, von Einflufs wäre) stattfinden.

Beispiele dieser Art zeigen sich im östlichen Europa, in dem daran grenzenden nördlichen Asien und in Nordamerika.

In Europa giebt es auf dem Körper seines Festlandes, abgesehen von den vielarmigen, von ihm durch Einbrüche der Meere gesonderten Gliedern, zwei Hauptwasserscheiden, an welchen die äufsersten Enden seiner beträchtlichsten Ströme sehr nahe aneinander grenzen.

Die eine liegt in den Alpen, von welchen aus, noch nicht zwei Längengrade entfernt, die Quellen des Rheins und der Rhone, des Inn, als des Hauptzuflusses der Donau, der Etsch und die der wasserreicheren Zuflüsse des Po herabströmen. Als Mittelpunkt dieser Gegend oder als den Hauptgebirgsknoten *) pflegte man gewöhnlich den St. Gotthard anzusehen, und lange galt dieser Berg deshalb für den höchsten in Europa; wenn diefs nun auch keinesweges der Fall ist, so fällt doch immer die Wasserscheide hier mit einem ansehnlichen Gebirge zusammen, und die aufgestellte Ansicht erscheint für diesen Fall gerechtfertigt, wenn auch die minder bedeutenden Einzelnheiten in der Vertheilung der Höhen nicht mit ihr übereinstimmen.

Anders verhält es sich mit der zweiten Hauptwasserscheide Europa's. Diese liegt im Innern von Rufsland und scheidet die Zuflüsse des Eismeeres von

*) S. *Buache Essay* in den *Hist. de l'acad. A.* 1752.

denen der Ostsee, des schwarzen und kaspischen Meeres. Hier ist die nach allen Seiten abfliefsende Wassermenge, welche nach allen Richtungen durch die Quellen und tributären Ströme abgeführt wird, entschieden bedeutender als dort. Hier entspringen die Wolga, als der bei weitem ansehnlichste Strom von Europa, der Don, der Niemen, die Düna, die Dwina und zwei der bedeutendsten Zuflüsse der Weichsel, der Bug und der Narew.

Hier würden wir daher das zweite Hauptgebirge Europa's, selbst gröfser als die Alpen, erwarten müssen, und in der That hat man auch sonst diese Gegend für ein Gebirgsland gehalten. Man nahm die wenig genauen Nachrichten von den Waldai-Hügeln oder dem Wolchonski Lies zu Hülfe, welche sich an den Quellen der Wolga und Twerza erheben, und verglich diese, wie früher Buache und später Schultz*) gethan, mit dem St. Gotthard. Doch eine genauere Bekanntschaft mit diesen Gegenden hat uns gelehrt, dafs diese vermeintlichen Gebirge sich kaum mehr als 1200 Fufs über das Meer oder kaum um die Hälfte über die benachbarte Ebene erheben, und also für die Gestalt der Oberfläche eine sehr unbedeutende Rolle spielen. Schon unter Peter dem Grofsen wurde sie von einem schiffbaren Kanal durchbrochen, welcher Petersburg mit dem südlichen Rufsland verbindet. Sie befindet sich ganz aufserhalb der eigentlichen Wasserscheidungs-Gegend; diese liegt weiter gegen Südwesten, und bildet ein ungeheures Sumpfland, im Gouvernement Minsk und in den nördlichen Theilen von Volhynien, nahe an 1500 geogr. Quadratmeilen grofs, bezeichnet durch den Prypetz einen Zufluſs des Dniepr, in welchem die Flüsse so wenig Fall haben, dafs man hier zur Verbindung des Niemen und der Weichsel mit dem Dniepr Ka-

*) Ueber den Zusammenhang der Höhen 1803, p. 9.

näle (den Oginskischen durch die Jasiolda und Sczara; den Muchawitzer durch die Pina und Muchawitza, die in den Bug fliefst) hat führen können, welche zur Erhaltung ihres Wassers nicht einmal der Schleusen bedurften; Verbindungen, die einst gewifs noch eine grofse Wichtigkeit erlangen werden, wenn der Kulturgrad und die Industrie jener Gegenden sich steigern wird.

Ueberhaupt ist dieser Theil von Europa wohl das eigentliche Land der inneren Wasser-Kommunikationen, und noch einmal weiter südlich zeigt sich die Nichtigkeit des Systemes der Wasserscheiden an einer fast vollkommen offenen Verbindung des Don und der Wolga bei Tzarjtzin im Gouvernement Saratow, welche nur einer sehr unbedeutenden Nachhülfe von der Kunst bedarf, indem hier kein Bergrücken beide mächtigen Ströme trennt. Ein wahrer Trageplatz.

Merkwürdig ist, was in dieser Rücksicht L. von Buch von einer der minder bedeutenden Wasserscheiden Europa's, von der zwischen dem Eismeere und dem botnischen Meerbusen in Lappland, berichtet *). Er fand, dafs diese beiden Meere, obwohl weiter südlich durch den mächtigen Gebirgsrücken geschieden, welcher Norwegen von Schweden trennt, doch zwischen dem Nordkap und Torneå, zwischen Altens-Elv und Torneå-Elv nur eine breite Fläche zur Scheide haben, die sich zu 1290 F. über das Meer erhebt, und auf welcher nur Hügel von 4- bis 500 F. Höhe zerstreut liegen, welche der Gegend das Ansehen eines Gebirgslandes zu geben nicht im Stande sind.

Das ganze nördliche Asien ist voll von niedrig gelegenen Wasserscheiden und Trageplätzen, welche seine mächtigen, auf den meisten unserer Karten durch Bergrücken getrennten Ströme aus einander halten. Nachdem

*) Reise nach Norwegen und Lappland II, 200.

diese mit ihren Quellen das Hochland verlassen haben, treten sie in die ungeheure sibirische Ebene ein, und hier ist auf dem gröfsesten Theile ihres Laufes keine erhebliche Scheidung mehr. Man schifft jetzt schon aus der Gegend von Nertschinsk, nur durch wenige Trageplätze unterbrochen, über einen Flächenraum von mehr als 80 Längengraden nach St. Petersburg, da auch die Quellenbezirke des kaspischen Meeres (des Ural) und des Ob (durch den Tobol) sich einander genügend nähern. Es würde nur verhältnifsmäfsig sehr unbedeutender künstlichen Hülfsmittel bedürfen, um hier eine offene Verbindung herzustellen.

So ist es auch u. a. sehr ausgezeichnet in Nordamerika, in Breiten, welche freilich noch aufser dem Bereiche der Kulturfähigkeit liegen, zwischen 50° und 70°. Dort hängen die äufsersten Enden aller Flüsse, welche an der Westküste der Hudsonsbai münden, und der beiden bis jetzt bekannten Ausflüsse ins nördliche Eismeer (Mackenzie- und Kupferminenfluſs) mit einander mehr oder minder vollkommen zusammen, und die Schwierigkeiten der spärlichen Kommunikation, welche dort gegenwärtig der Pelzhandel erzeugt, würden wahrscheinlich sonst unübersteiglich seyn. Hier tritt der merkwürdige Fall im Grofsen ein, dafs die Scheiden der Stromgebiete durch grofse Landseen gebildet werden (deren bedeutendste der Winnipeg, der Athabasca, der Sklavensee u. s. w.), ein Fall, den wir im Kleinen in der norddeutschen Ebene wiederholt finden, zwischen der Elbe oder der Havel und der Ostsee durch den Müritz-, den Schweriner-See u. s. w.

Bemerkenswerth und ganz in die Kategorie dieser Erscheinungen gehörend ist es, dafs, wenn solche offene Kommunikationen zwischen benachbarten Stromgebieten gewöhnlich fehlen, sie zuweilen zur Zeit der Regen erhalten werden, und dann wieder verschwinden. Eines der ausgezeichnetesten Beispiele dieser Art bietet das

Verhalten zweier der gröfsesten Stromgebiete der Erde, des St. Lorenz und des Missisippi dar. Ersterer nimmt seinen Ursprung aus der Kette der grofsen Seen von Kanada; der letztere aber entspringt mit vielen seiner Hauptquellen an dem südlichen Rande derselben. Dorthin versetzte daher auch schon Buache, von seinem Systeme abweichend, den Hauptgebirgsknoten Nordamerika's. In Gegenden von 3- bis 400 Fufs Meereserhebung entspringt daselbst einer der Hauptflüsse des Missisippi, der Illinois, einem der kanadischen Seen, dem Michigan, so nahe und von ihm so wenig durch eine Erhebung des Bodens geschieden, dafs man zur Regenzeit auf Böten aus einem in den andern überschiffen kann *).

Von dieser Erscheinung kommen indefs auch in anderen Gegenden merkwürdige Beispiele vor, z. B. in Südamerika, wo bei einer Ueberschwemmung, nach Humboldt's Zeugnisse, an der Küste von Choco eine Verbindung der Südsee mit dem atlantischen Meere (durch die sogenannte Raspadura) bewirkt, und durch künstliche Erweiterung eine Zeitlang erhalten worden ist **), vielleicht auch noch gegenwärtig besteht. Eben so ist es wahrscheinlich, dafs der Niger in Afrika zur nassen Jahreszeit mit dem südwestlichen Arm des Nil's (dem weifsen) in Verbindung tritt, und dann vielleicht eine der Ursachen seiner Ueberschwemmungen wird. Aehnlicher Beispiele, die besonders in der Nähe der Mündungen der Ströme, wo zuletzt der geringe Fall derselben, auch die Wirkungen der Spülung minder scharf und charakteristisch eintreten, nicht zu gedenken.

Um indefs das Verhältnifs der Trennung der Strom-

---

*) *Drake Picture of Cincinnati* 1815, *p.* 222. *Humb. relat. hist. V*, 183.

**) *Humb. relat. hist. VIII*, 109.

gebiete zu der Vertheilung der Unebenheiten auf der Erdoberfläche vollständig aufzufassen, ist es nöthig, noch auf zwei andere mehr oder minder häufig vorkommende Erscheinungen aufmerksam zu seyn, deren Beachtung früher gleich der der vorerwähnten Thatsachen vernachlässigt worden ist.

1) Wir bemerken, wenn auch schon der Lauf und die Gröfse der Unebenheit von der Lage der Wasserscheiden und von der Stufe ihrer Bedeutung unabhängig ist, dafs zuweilen die Flüsse sich in ihrem Laufe so wenig nach ihnen richten, dafs sie sie geradezu, oft in der Gegend ihrer gröfsesten Erhebung durchschneiden.

Dieser Fall kommt fast bei allen gröfseren Strömen der Erde, und bei einigen sogar mehrmals nach einander vor, und fast giebt es auch keine bedeutendere Gebirgskette, welche nicht irgendwo einmal quer auf ihrer Streichungslinie durchschnitten würde.

So wird selbst die mächtigste Kette der Erde, das Himalaya-Gebirge, von dem Nebenbuhler des Ganges, dem Burramputer, quer durchbrochen, und abgesehen von den engen Durchbrüchen, die wir in den Päss en der höheren Gebirge bemerken, treten fast alle Ströme, welche die Alpen verlassen, aus solchen Querrissen hervor, welche man in vielen Gegenden mit dem Namen der Pforten belegt. So durchbricht die Rhone, wo sie die Alpen verläfst, eine ihrer höchsten Gebirgsketten, bevor sie in die Ebene des Genfer-Sees sich ausbreitet; zwischen dem Dent de Midi und dem Dent de Morcles, die sich bis zu 8000 Fufs wenigstens über ihr Niveau erheben, bahnt sie sich ihren Weg in einer engen Schlucht, von Martinach nach St. Maurice, durch die Pforte des Wallis; so auf dem entgegengesetzten Abhange die Etsch bei Chiusa und Roveredo. So tritt der Inn aus einer engen Schlucht

zwischen Kufstein und Rosenheim, und die Salzach und die Saale durchbrechen oberhalb Salzburg in den Engpässen von Golling und Lofer die Kette der Vor-Alpen, die zwischen ihnen mit dem Scheitel des Watzmann bis zu 8000 F. ansteigt.

Kein Land in Europa soll, so weit wir davon wissen, der Durchbrüche von Flüssen durch ansehnliche Bergketten so viele besitzen, als Spanien; Ritter bemerkt *), dafs deshalb, und weil dort überdiefs die Eintheilung des Landes in Provinzen nach den Wasserscheiden gewählt ist, unsere Karten in der Regel dort das widernatürlichste Bild von dem Laufe der Gebirgsketten geben; denn die Wasserscheiden liegen dort meist in Hochebenen, von denen Gebirgsarme auslaufen.

Auch in Deutschland haben wir Fälle genug von dieser für die Hydrographie so überaus wichtigen Erscheinung; das Erzgebirge ist quer auf seiner Streichungslinie, wo es durch die oberlausitzischen Gebirge mit dem Riesengebirge zusammenhängt, von Tetschen her bis in die Gegend von Pirna, von der Elbe durchbrochen, in dem Haupttheile jener schönen felsenreichen Gebirgs-Landschaft, welche wir gewöhnlich die sächsische Schweiz nennen.

Die Weser durchbricht, bevor sie in die grofse Ebene tritt, eine scharfgezogene Hügelkette von 6- bis 800 F. Höhe bei Minden in der *porta westphalica*, und die Ems durchbricht, wenngleich in einem kleineren Maafsstabe, die Fortsetzung einer dieser parallelen Gebirgskette bei Rheine.

Nirgend kann man sich in unserer Nähe ausgezeichneter von den Erscheinungen des Durchbruches einer Bergkette unterrichten, als an der Felsenkluft der Rofstrappe, durch welche die Bode den steil aufsteigenden Nordrand des Harzes verläfst.

---

*) Erdkunde 2te Ausg. I, p. 70.

Kein deutscher Strom aber zeigt solche Durchbrüche ausgezeichneter und öfter wiederholt, als der Rhein*). Schon wo er die Alpen verläfst, durchschneidet er sie durch einen der engsten und tiefsten Risse, die in ihnen vorkommen, das Schamser Thal, vom Splügen herab und seine Fortsetzung bis in die Gegend von Hohenembs. Dann setzt er quer durch das weite Thal zwischen Alpen und Jura, und breitet sich hier in dem Becken des Bodensees aus; dann aber durchbricht er aufs Neue die gegenüber liegende Mauer des Jura, und die Durchrisse der bedeutendsten Ketten bezeichnen die Stürze von Schaffhausen; am Südrande des Schwarzwaldes von Laufenburg. Bei Basel hat er diesen Gebirgswall hinter sich, und nun wendet er seinen Lauf zwischen zwei parallelen Gebirgsrücken, die ihn ganz nach der alten Vorstellung begleiten, der Schwarzwald und Odenwald, die Vogesen und die Hardt. Plötzlich aber wird dieses weite Thal bei Bingen und Mainz durch einen mächtigen Damm verschlossen, das niederrheinische Schiefergebirge legt sich fast quer gegen die Richtung seines Laufes mit dem Taunus und dem Hundsrück wie ein steiler Wall von 2000 F. Erhebung vor; doch ändert auch dieses Hindernifs die ursprüngliche Richtung seines Laufes nicht. Der mächtige Strom tritt bei Bingen in eine enge Felsenpforte, und bis auf dessen Sohle zerrissen, begleiten ihn fortan auf beiden Seiten die Ränder des Gebirgskörpers, den er durchbrochen hat; so hält die gleiche Erscheinung wohl 12 Meilen lang an, bis fast in die Nähe von Bonn. Dort erniedrigen sich allmälig die Berge, oder sie weichen zurück und der Strom tritt nun frei in die Ebene, wahrscheinlich aus den Trümmerhaufen aufgeschüttet, die er selbst aus den Gebirgen herabgeführt hat. Nirgend

*) Weifs, über die Rhein-Durchbrüche; in der Zeitschrift für die neueste Geschichte, Staats- und Völkerkunde. Berlin 1814. April, p. 363.

mag wohl eine so der älteren Ansicht entgegengesetzte Vertheilung der Wasserscheiden und der Unebenheiten des Landes vorkommen, als hier; denn der Strom empfängt die zahlreichen Nebenflüsse von den Rändern des Gebirges, und sie fliefsen in das Innere desselben. Wie würde hier doch der Lauf des Gebirges so gerade der entgegengesetzte von dem seyn, den wir beobachten, wollten wir ihn nach der Vertheilung des Flufsnetzes auf die Karte eintragen.

Uebrigens ist es in der That sehr bemerkenswerth, dafs auch in den Niederungen Deutschlands, wo die Unebenheiten des Bodens nicht mehr so deutlich wahrnehmbar hervortreten, die Flüsse solche Durchbrüche durch die höchsten Theile der Landrücken haben. So die Oder unterhalb Frankfurt, die Elbe in der Gegend von Hitzacker. Es zeigt diefs, dafs offenbar daher überall dieselben Ursachen gewirkt und dieselben Erfolge herbeigeführt haben.

2) Bemerken wir zuweilen, dafs mehrere unabhängige Flüsse in einem und demselben Hauptthale oft nach verschiedenen Richtungen fliefsen, und dafs selbst sogar ein Zweig des einen sich in den andern ergiefst, so dafs alsdann gar keine Art von Geschiedenheit der Stromgebiete mehr stattfindet.

Dieser Fall, gewifs der merkwürdigste von allen, die für die Unabhängigkeit der Gebirgsvertheilung von den Wirkungen der strömenden Gewässer sprechen, ist freilich nur sehr selten. Doch kennen wir davon einige sehr ausgezeichnete Beispiele, und ihre Zahl dürfte sich vermehren, sobald die Aufmerksamkeit auf die Unzulänglichkeit der alten Ansicht von der Vertheilung der Wasserscheiden gerichtet bleibt.

Vor Allen hat Alex. v. Humboldt *) diesen Ge-

*) *Mém. sur les causes des bifurcations des fleuves*, im *Journal de l'école polytechn. IV, p.* 65. *Relat. hist. VIII*, 98.

genstand, die Bifurcation der Flüsse, mit besonderer Ausführlichkeit betrachtet und ihre Ursachen aufgesucht. Aus seiner Darstellung geht hervor, dafs vorzüglich bei einem sehr geringen Wechsel von Erhebungen und Vertiefungen des Bodens der Fall vorkommen kann, dafs die Hauptrinne, der Thalweg, eines Stromgebietes nicht in der Mitte seines Beckens liegt. Sind die Zuflüsse auf der einen Seite vermöge der ursprünglich von anderen Ursachen herrührenden Steigerung des Bodens sehr lang, auf der anderen aber sehr kurz, so kann der Hauptstrom sehr nahe an der Wasserscheidungslinie selbst fortfliefsen; und findet in dieser irgendwo eine Vertiefung statt, so kann, besonders wenn dieser Strom sehr breit ist, und also der Boden seines Bettes eine wellenförmige Gestalt hat, sehr leicht eine Bifurkation stattfinden. Ein Theil seiner Wassermasse verläfst das ursprüngliche Thal und kann aus einem benachbarten nicht wieder zurückkehren. Diese Erscheinung kann sich mit der Zeit wieder ändern, wenn die Rinne des oberen Stromes sich an der Stelle der Gabelung so austieft, dafs seine Oberfläche unter die Wasserscheidungslinie herabsinkt, dann verstopft sich der verbindende Arm, bildet einen geschiedenen Zufluſs nach entgegengesetzter Seite, und die Trennung der Stromgebiete ist wieder aufgehoben. Die Erscheinung des Gabelns ist daher zu erwarten, wo bei grofser Wassermasse die Ströme ihr Bette noch nicht hinreichend ausgearbeitet haben, wo sie in den Ebenen umherirren, wie, nach Alex. v. Humboldt's Bemerkung *), die kleinen, nach allen Richtungen sich verzweigenden Wasserfurchen auf unseren Wiesen.

Verhältnisse, welche zu solchen Erscheinungen Anlafs geben können, bietet nun vorzugsweise Amerika dar. Es hat unter allen Kontinenten die einförmigsten und gröfsesten Ebenen, und darin die wasserreichsten Ströme

*) *Relat. hist. VIII*, 86.

Ströme. Daher finden wir denn auch hier ein Beispiel einer Bifurkation, wie sie fast nicht wieder vorkommt. nämlich die des Orinoco und des Amazonenstromes, welche dadurch mit einander in Verbindung treten.

Um diefs interessante Phänomen richtiger einzusehen, müssen wir die hydrographischen Verhältnisse Südamerika's etwas näher auseinander setzen.

Der östliche Theil von Südamerika ist, abgesehen von der Andeskette am westlichen Rande und deren Verzweigungen in der Ebene, von drei parallelen Gebirgsreihen durchzogen, deren Haupt-Längenerstreckung von Westen nach Osten geht; die nördlichste derselben die Küstenkette von Venezuela, die mittlere das Gebirge von Parime, die südlichste die Gebirgsgruppe von Brasilien. Diesen von einander unabhängigen Erhebungen gemäfs, bilden sich drei grofse natürliche Hauptfurchen (Thäler), die, gegen Osten nach dem Meere offen, einem Hauptstrom entsprechen, der von beiden Abhängen seine Zuflüsse erhält. Im nördlichen Becken finden wir nahe den Bergen fortfliefsend den Orinoco, von Cabruto bis zu seiner Mündung bei St. Thomas, wo sein Delta einen fruchtbaren Theil von Guyana bildet. Im mittleren Becken breitet sich am meisten symmetrisch das Riesengebiet des Amazonenstromes aus, der auf den Kordilleren entspringt und bei Macapa ins Meer fällt. Im südlichen Becken endlich liegt der ebenfalls sehr mächtige Rio de la Plata mit seinen Zuflüssen.

Am merkwürdigsten ist der Lauf des Orinoco. Während der untere und der längste Theil seines Laufes in dem ihm von der Natur angewiesenen Thalbecken liegt, findet sich der obere Theil in dem mittleren Becken, in dem des Amazonenstromes. Aus der Gebirgsgruppe von Parime, in deren Innerm er unter noch unbekannten Verhältnissen entspringt, auf der Südseite heraustretend, fliefst er 32 geogr. Meilen lang im Thale des Amazonenstromes, ohne zwischenliegende Bergkette und in gerade

entgegengesetzter Richtung. Beide Theile des Stromes, den man füglich mit Alex. v. Humboldt in den Theil aufserhalb und innerhalb des Thales *(l'Orinoco hors de la vallée)* zerlegen kann, sind durch eine etwa 55 geograph. Meilen lange Querspalte, die noch am äufsersten westlichen Rande senkrecht auf die Streichungslinie der Gruppe von Parime aufgerissen ist, verbunden. Da nun der untere Lauf dem oberen entgegengesetzt strömt, so bekommt der ganze Lauf des Orinoco fast die Gestalt einer Spirale, und ohnerachtet die Länge desselben etwa 340 geogr. Meilen beträgt, so liegt doch seine Mündung kaum zwei Längengrade von dem seines Ursprunges entfernt. Bevor aber der obere Theil des Stromes in die Querspalte tritt, um sich mit dem unteren zu verbinden, ereignet sich der merkwürdige Fall, dafs er einen mächtigen Arm, den Cassiquiare, absendet, welcher nach einem Lauf von etwa 60 geogr. Meilen Länge, nach einer Trennung in zwei Arme, in den Ytinivini und den eigentlichen Cassiquiare, in den Rio Negro, einen der ansehnlichsten tributären Ströme des Amazonenflusses, mündet. Diesen merkwürdigen Verbindungsstrom befuhr Alex. v. Humboldt von der Mündung bei San Carlos aufwärts, um in den Orinoco nach Esmeralda zu kommen. Er ist so grofs, dafs er in Europa unter die bedeutendsten Flüsse gezählt werden würde, selbst der Ytinivini hat bei seiner Mündung eine Breite von 720 Fufs, und zusammen erscheint er 2- bis 3mal so breit als die Seine bei Paris, und kann füglich dem Rheine bei Mainz verglichen werden. Sein weifsgefärbtes Wasser, das gegen die schwarze Farbe des davon benannten Rio negro eigenthümlich absticht, fliefst mit reifsender Schnelligkeit, wohl schneller als der Rhein, mit 6 bis 8 Fufs in der Sekunde. Es ist daher sehr wohl möglich, dafs er sich einmal auf die oben angedeutete Weise verstopfen werde. Eine Erscheinung, die gewifs einst von grofser Bedeutung für die Verzweigung

der Handelswege im Innern von Südamerika werden wird, wenn einst die Kultur der hier neu aufblühenden Staaten einen höheren Stand erreicht hat.

Von solchen Erscheinungen kennen wir in anderen Theilen der Erde etwa noch drei bis vier bemerkenswerthe Beispiele, und zwar zwei der bedeutendsten in Hinter-Indien, an den mächtigen Strömen, welche, aus der Fortsetzung der Himalayakette hervortretend, in dem niedrigen Lande der Halbinsel dem Meere zuströmen. Die eine dieser Erscheinungen findet statt zwischen den Strömen von Ava und Pegu, dem Irawaddi und dem Sittang oder Martaban, und scheint nach Humboldt's Ermittelungen durch die Zwischenlage eines Sees gebildet, daher noch zweifelhaft *); die andere dagegen, durch einen Zwischenfluſs Anan gebildet, verbindet den Siam (od. Menam) und Cambodjastrom **).

Einen anderen merkwürdigen Fall dieser Art bemerkte L. v. Buch im nördlichen Schweden ***); dort flieſsen nordwärts des Polarkreises mehrere mächtige Ströme einander parallel von den Abhängen des scheidenden Landrückens zwischen Ost- und Nordsee, welcher zugleich die Grenze von Schweden und Norwegen bildet. Unter diesen sind die bedeutendsten die Torneâ und die ihr in Westen gelegene Calix-Elv; diese beiden aber sind durch einen Fluſs, die bedeutende Tärändo-Elv, mit einander verbunden, welcher von der ersteren ausgehend nach einem Laufe von 6 bis 8 Meilen durch sumpfiges Land in die letztere fällt. L. von Buch erwähnt, daſs man lange Zeit an der Richtigkeit dieser Erscheinung gezweifelt habe, die aber jetzt voll-

*) *Relat. hist. VIII*, 103 *n* — *Carte d'Asie par Arrowsmith* 1818. — *Malte-Brun Geogr. IV, p.* 170, 190.

**) Vgl. Ritter's Erdk. 2te Ausg. I, 76.

***) Reise nach Norwegen u. Lappl. II, 245.

kommen erwiesen, und auf Hermelin's Karte dargestellt ist.

Ein nicht minder vollkommener Fall dieser Art, wenngleich nur zwischen zwei Bächen, findet sich in Norddeutschland auf der Wasserscheide zwischen den Flufsgebieten der Weser und Ems. Er ist nicht sehr bekannt, nur Alex. v. Humboldt*) führt ihn an, und darnach auch Link **). Wo beide Flüsse in die grofse norddeutsche Ebene treten, liegen zwischen ihnen zwei parallele Hügelketten, schärfer gezeichnet, als man von ihrer geringen Höhe erwarten sollte; die nördliche die Weserkette, die südliche der Teutoburger Wald. Die erstere wird von der Weser, wie erwähnt, in der *porta westphalica* durchbrochen, erreicht die Ems aber nicht, indem sie schon nordwestlich von Osnabrück bei Bramsche verschwindet. Andererseits erreicht die letztere nicht die Weser, indem sie sich abwärts gegen Süden wendet; sie wird aber an ihrem letzten westlichen Ende, wo sie beinahe von der Oberfläche verschwindet, bei Rheine von der Ems durchschnitten. Zwischen beiden Ketten liegt nun eine ihnen parallele Senkung, ein ausgezeichnetes Längenthal von der Weser bis zur Ems. In seinem östlichen Theile ist es von der westphälischen Werra eingenommen, im westlichen von der Haase, die dem Flufsgebiete der Ems angehört; zwischen diesen beiden Flüssen findet nun durch einen Arm der Haase eine ununterbrochene Verbindung statt, welcher von seinem Trennungspunkte an die Else genannt, und gewöhnlich auf den Karten als ein selbstständiger Flufs dargestellt wird. Er scheidet sich von der Haase bei Gesmold in der Niederung von Melle, und nimmt genau so viel Wasser auf als der Haase verbleibt; beide

*) *Relat. hist. VIII,* 96.

**) Physik. Erdb. 271.

Arme fliefsen in demselben Längenthale nach gerade entgegengesetzter Richtung ab.

Um die Zahl dieser merkwürdigen Fälle zu vervollständigen, müssen wir noch des Arno in Ober-Italien gedenken. Von ihm berichten schon die Alten, dafs er bei dem Austritt aus den Apenninen in einer halbkreisförmigen Biegung *(voltata)* sich in zwei Arme theile, deren einer (der Hauptarm) bei Florenz und Pisa vorüber, seinen Namen behaltend, ins Meer eile, der andere aber als Chiana sich mit der Tiber verbinde *). Gegenwärtig hat diese Bifurcation durch die Austiefung des Arno im Mittelalter bereits aufgehört, und die Chiana hat sich in einen der Tiber und in einen dem Arno gehörigen Theil getrennt; auf der Wasserscheide liegt der kleine See von Montepulciano, der oben erwähnten Verbindung der Elbe und Weser ähnlich.

Diefs mag genügen, um die Bedeutung zu erläutern, welche die Eintheilung der Länder in Stromgebiete hat; mit ihr ist keine natürliche Unterscheidung der grofsen Hauptformen gegeben, in welche das Festland zerfällt, ja zuweilen ist es, wie wir oben gesehen, nicht einmal möglich, sie vollkommen scharf durchzuführen. Wenn wir ferner die Eigenschaften der Flüsse in Beziehung auf die Form ihrer Wege betrachten, so werden wir weniger um Lösung der gewöhnlich hiebei abgehandelten Frage bemüht seyn dürfen, wie die strömenden Wasser die gegenwärtige Gestalt der Erdoberfläche herbeigeführt haben, als vielmehr um die Betrachtung, wie sie die durch andere Ursachen erzeugte Gestalt benutzt haben, um ihre gegenwärtige Vertheilung zu erlangen.

---

*) *Relat. hist. VIII, p.* 105. — *Carte d'Italie de Bacler d'Albe.* — *Fossombroni Mem. idraulica sopra la Val di Chiana* 1789, *p.* 17. — *Prony, sur le système hydraulique d'Ital.*, im *Journ. de l'éc. polyt. T. IV, p.* 62.

Um das Verhältnifs, in welchem die Stromgebiete an der Vertheilung des Flufsnetzes über die Erdoberfläche Theil nehmen, genauer zu bestimmen, hat man mehrfach versucht, nach den uns bekannten geogr. Nachrichten die Gröfse ihres Flächenraumes zu bestimmen, und diese Bestimmungen sind auch deshalb von Interesse, weil sie als Verhältnifszahlen für die respektive Stärke der Hauptflüsse eines jeden dieser Gebiete gelten dürfen; diese Vergleichung giebt wenigstens genauere Resultate als die Abmessungen der Länge der Flüsse und der Wassermenge, welche sie abführen. Die von Müller in Berlin gemachten Bestimmungen, welche Otto in seine Hydrographie zuerst aufgenommen hat, sind vorzugsweise bekannt geworden.

Die gröfsten Stromgebiete der Erde liegen in Amerika. Das des Amazonenstromes mit 88300 geogr. Quadratmeilen ragt unter allen anderen hervor; auch ist es bekannt, wie die Hauptströme desselben, von welchen schon la Condamine*) eine sehr ausgezeichnete Schilderung entworfen hat, alle andere Ströme der Erde an Gröfse und Wasserreichthum übertreffen. Man schätzt die Länge derselben darnach auf etwa 825 geogr. Meilen, und schon 40 Meilen von seiner Mündung wird seine Breite so grofs, dafs die Schiffer nur immer ein Ufer vor Augen haben, wenn nicht Inseln dazwischen treten; ja viele der Flüsse, die in ihn münden, können nur mit den gröfsesten Flüssen von Europa, der Wolga und der Donau, verglichen werden, denn z. B. der Rio negro ist nahe seiner Einmündung, an der schmalsten Stelle, nach la Condamine**), über 7000 Fufs breit, und strömt mit grofser Schnelligkeit.

Das diesem Stromgebiete an Gröfse zunächst ste-

*) *Relat. abr. d'un Voyage fait dans l'interieur de l'Amerique merid. par M. de la Condamine, nouv. ed.* 1778 *p.* 172.

**) S. *Relat. hist. VII*, 405. — *Condamine, Relat. p.* 114,

hende ist das des La Plata mit 71700 Quadratmeilen, von dem Azara vielleicht nicht mit Unrecht sagt, es führe so viel Wasser ins Meer, als alle europäische Flüsse zusammengenommen. Dann folgen der Missisippi mit 53600 Quadratmeilen und der St. Lorenzflufs mit 62300 Quadratmeilen. Mit den letzteren können sich hinsichtlich ihres Gebietes schon einige Ströme in Asien messen, vor allen der Ob mit 63800 Quadratmeilen; nächst ihm kommen der Jenisei (47000 Quadratmeilen), der Amur (38300), die Lena (36600), der Hoangho (33600), der Ganges (20400), der Indus (19000), welcher letztere den Orinoco (17500) in seinem Gebiete noch übertrifft. Von afrikanischen Stromgebieten ist, so weit bekannt, das des Nil (32600 Q. Meil.) das gröfste. Mit ihnen gleich steht etwa das der Wolga (30100 Q. M.), des gröfsten der europäischen Ströme; ihr Gebiet übertrifft das der Donau (14400) schon um mehr als das Doppelte, und noch mehr das des Rheins (4000), der Elbe (2800), der Oder (2100), und der Weser (875).

Nach dieser allgemeinen Betrachtung der Stromgebiete wollen wir zu den einzelnen Eigenschaften der Flüsse übergehen, welche sich in allen Theilen der Erde als gleiche Ursachen analog wiederholen.

Wir unterscheiden zunächst den Raum, in welchem das Wasser eines Flusses sich fortbewegt; sein Bett oder Rinnsal von der darin bewegten Wassermasse; die Betrachtung des ersteren soll uns zuvörderst beschäftigen.

1) Von der Beschaffenheit der Flufsbetten.

Wenn die Ströme ihren Lauf gewühlt haben, je nachdem die Beschaffenheit des Bodens dazu die günstig-

---

giebt dem Rio negro zwei Lieues oberhalb der Mündung eine Breite von 1203 Toisen.

ste Gelegenheit darbot, so werden wir es bei Betrachtung der Rinnsale grofsentheils nur mit der Wirkung zu thun haben, welche die fliefsenden Wässer auf dem Boden hervorgebracht haben, da wir die Grundzüge der Oberflächengestalt als das Erzeugnifs früherer Wirkungen ansehen müssen. Haben die Ströme ihre Thäler auch nicht geschaffen, die Gebirge nicht durch Wegspülung der Tiefen hervortreten lassen, so sind sie doch mit wenigen Ausnahmen Ursache der Gestalt ihrer Betten, die sie selbst gebahnt und mehr oder minder vollendet haben. Immer noch arbeiten sie an ihrer vollendeteren Ausbildung, wie Ritter *) vor allen unter den neueren Geographen so treffend gezeigt hat.

Bei der Beschaffenheit der Flufsbetten ist es die Richtung derselben, welche unsere Aufmerksamkeit zuvörderst in Anspruch nimmt; ihr lassen wir die Betrachtung ihrer charakteristischen Gestalt folgen.

a) Die Richtung der Flufsbetten im Allgemeinen hat nichts Gesetzmäfsiges, obgleich frühere Naturforscher diefs zu erweisen sich bemühten. Buffon **) namentlich glaubte, dafs alle bedeutenderen Flüsse der Erde eine gemeinsame Richtung ihres Laufes, mehr oder minder übereinstimmend mit dem Parallelkreise von West nach Ost oder von Ost nach West haben, und dafs mithin alle Nebenflüsse die Richtung der Meridiane wühlen. Er hat diefs auf eine scharfsinnige Weise zu kommentiren versucht. In Amerika, meint er, sey diese Erscheinung abhängig von dem Laufe der einzigen Gebirgskette in der Meridianrichtung, welche die Flüsse nöthige, rechtwinklich darauf ihren Weg zum Meere zu suchen. Allein gerade zwei der bedeutendsten Ströme dieses Kontinentes, der La Plata und der Missisippi, fliefsen fast genau von Nord nach Süd. Auf dem Fest-

*) Erdkunde 2te Aufl. I, 75.

**) *Hist. nat. I*, 335.

lande der alten Welt dagegen, glaubt Buffon, rühre die Richtung der Flufsbetten von der Erstreckung der Gebirgsketten von Ost nach West her, welche sie zwischen sich nehmen; er setzt sogar hiemit die Ausdehnung der Hauptbinnenmeere in Beziehung des Mittelmeeres, des schwarzen und des kaspischen Meeres, das einst von Ost nach West viel breiter war, als von Nord nach Süd. Allein auch diese Ansicht wird durch den Lauf der Rhone, des Rheines, des Nil und aller sibirischen Flüsse widerlegt. Sie erscheint eben so naturwidrig und gezwungen, wie die Annahme von Gebirgsmeridianen und Parallelkreisen, welche die Erdoberfläche mit einem Netz überziehen sollten; sie ist deshalb auch seit Bergman *), der sie noch aufnahm, verlassen worden, und schon Otto **) erklärt sich aufs Entschiedenste gegen sie.

Andere Naturforscher haben mit gröfserem Rechte die Richtung der Flufsbetten auf die Richtung der benachbarten Schichten der Gebirgsarten, durch welche sie ihren Lauf nehmen, bezogen. Besonders hat Hausmann ***) diese Ansicht bei Gelegenheit seiner Beobachtungen über den Lauf der Dala-Elf in Schweden ausführlich entwickelt.

Die Ströme durchneiden, so sagt er, wenn nicht andere mächtigere Kräfte dagegen wirken, die Gebirgsmassen in der Richtung, in welcher sie den geringsten Widerstand finden, also da, wo die Gebirgsarten aufgerichtete Schichten haben, mit den Kanten derselben parallel, wo sie horizontal liegen, in der Richtung der ausgezeichnetsten Kluftabsonderung; durchschneiden sie hartes Gestein, so werden sie sich nach dessen Umgrenzungen richten und ausweichen müssen, ihre eckigen Biegun-

*) Physik. Beschreib. des Erdkr. I, p. 319.

**) Hydrographie I, p. 134.

***) Skandinavische Reise IV, 326.

gen aber verwandeln sich dann in sanfte Wellenlinien, wenn sie in lockeres aufgeschwemmtes Land treten, und man kann mit geübtem Auge aus der richtigen Zeichnung von dem Lauf eines Stromes mit einiger Sicherheit auf die Masse seines Bettes schliefsen. Den Lauf der Dala-Elf wählt der Verfasser zum Beleg für diese Ansicht, und fügt ihr als nicht minder wichtiges Moment für die Bestimmung von der Richtung der Flufsbetten noch die Lage der Nebenflüsse hinzu, aus welcher die Richtung des Hauptbettes oft nach dem Gesetze vom Parallelogramm der Kräfte erzeugt wird.

Diese Ansicht kann dennoch kein allgemeines Gesetz für die Richtung der Strombetten begründen, und nur in einzelnen Verhältnissen derselben findet sie eine untergeordnete Anwendung.

Allerdings ist es gewifs, dafs die Richtung der Schichten der das Flufsthal begrenzenden Gebirgswände mit der Richtung des Bettes, die ein Flufs in diesem Thale nimmt, oft übereinstimmt. Die Flüsse, die im Innern der Alpen fliefsen, die Rhone im Wallis, der Inn im Engadin, die Salzach im Pinzgau, sind deutliche Beweise dafür, und gerade in den Alpen sind auch die Schichten so häufig steil aufgerichtet. Die Krümmung, die der Rhein unter Mainz macht, bevor er bei Bingen ins Gebirge tritt, zeigt deutlich, dafs er hier nur der Richtung der Schichten des vorliegenden Gebirges folgt. Fast eben so häufig sehen wir ferner in unseren Gegenden, dafs die Betten der Flüsse auf den Scheidungslinien der Gebirgsarten eingegraben sind, wie sehr ausgezeichnet bei der Weser zwischen Karlshafen und Holzminden, und zwischen Hameln und Vlotho. Hier also zeigt die Richtung der Schichten den entschiedensten Parallelismus mit der der Flufsbetten, und unzählige Beispiele würden sich nachweisen lassen, wie Krümmungen der Flufsbetten durch feste Gesteinkämme veranlafst werden, welche sie zu umgehen genöthigt sind.

Betrachten wir indefs im Grofsen den Einflufs, welchen diese Erscheinung auf die allgemeine Richtung der Flufsbetten hat, so finden wir denselben in der That sehr gering. Von allen Flüssen der Alpen verlassen nur zwei, die Drau und die Sau, das Gebirge in einer Richtung, welche den Schichten parallel ist; alle übrigen treten fast rechtwinklich aus denselben hinaus, und diese Richtung ihrer Betten ist unabhängig von der Richtung der Schichten, die ununterbrochen dieselbe bleibt. Wie wenig auf die Richtung des Rheinbettes der allgemeine Lauf der Schichten einen Einflufs hat, das geht schon aus der oben gegebenen Schilderung seines Thales hervor; sein Bett verändert die Hauptrichtung nicht, und doch verändern es die Schichten. Dasselbe zeigt sich auch bei allen kleineren Flüssen von Norddeutschland sehr schön, z. B. bei der Schwarze im Thüringer Walde, und selbst im aufgeschwemmten Lande haben sie eine eben so entschieden vorwaltende Richtung, wie die südlichen Gebirgsflüsse, und wiewohl sie sehr bestimmte Winkel machen, nicht ungewifs umherirren, wie sie demnach müfsten, wurden sie doch nicht durch einen regelmäfsigen Schichtenlauf in ihrer Richtung bestimmt.

Eben so wenig naturgemäfs ist das vom Parallelogramm der Kräfte hergenommene Bild. Auch dieses kann nur im Kleinen und Einzelnen der Wahrheit entsprechen. Niemals bei irgend einem bedeutenderen Falle der Vereinigung zweier Flufsrinnen sieht man das daraus hervorgehende Flufsbette die mittlere Richtung jener beiden einschlagen, sondern es ist im Gegentheil eine ziemlich allgemeine Erscheinung, dafs, wenn zwei Flufsbetten einander treffen, das vereinigte Bett immer die Richtung eines der beiden vorhergehenden besitzt, und zwar ohne Rücksicht auf die Stärke derselben. So kann oft der Hauptflufs die Richtung des Nebenflusses annehmen und umgekehrt, wenngleich das Letztere häufiger stattfindet.

Beispiele davon geben die Rhone und Saone bei

ihrer Vereinigung zu Lion; die erstere nimmt die Richtung der letzteren an, ohnerachtet sie bei weitem der stärkere (Haupt-) Flufs ist. So verhält es sich auch mit dem Orinoco und der Rio Apure, wo sie bei Cabruto zusammentreffen; so auch, um eines kleineren Beispiels aus unserer Nähe zu erwähnen, mit der Weser und Aller unter Verden, wo der Hauptflufs auffallend schnell in die Richtung des Nebenflusses übergeht.

Umgekehrt ist es sehr deutlich, wie wenig auch die bedeutendsten Zuflüsse des Rheines auf die Richtung seines Bettes einen Einflufs ausüben; der Neckar, der Main und die Mosel, und alle die minder bedeutenden Nebenflüsse, die er empfängt, wie die Lahn, Sieg, Ruhr, Ahr, treffen ihn rechtwinklich auf seinem Lauf, in der Richtung, wo sie die gröfseste Kraft auszuüben vermögen, und doch verändern sie diese nicht merklich. Derselbe Fall tritt sehr ausgezeichnet bei der Donau ein. Wo der Inn mit ihr bei Passau zusammentrifft, scheint er der Nebenflufs zu seyn, denn er nimmt sich unterordnend ihre Richtung an, und daher mag auch der umgebildete Strom den Namen der Donau beibehalten haben. Weiter unten im Laufe desselben tritt aber der umgekehrte Fall ein; unter Eszeck nämlich, wo die Donau mit der Drau zusammenstöfst, scheint die erstere nur in einer Fortsetzung vom Bette der letzteren zu fliefsen, während noch mehr stromabwärts, zwischen Belgrad und Peterwardein, die rechtwinklich gegen sie einmündende Theis keine Veränderung in der Richtung ihres Bettes hervorbringt.

Wir sehen also, dafs die Richtung der Flufsbetten im Allgemeinen weder einem in Beziehung auf die Weltgegenden auszudrückenden Gesetze unterthan ist, noch dafs sie dem Einflufs der Schichten, welche die Erdrinde zusammensetzen, oder dem Stofse der Gewässer gehorcht, die nur im Einzelnen die Richtung und Gestalt ihres Bettes bewirken können. Sie folgt vielmehr dem Laufe

der Thäler, welche die Betten sich nach der ablaufenden Wassermenge am bequemsten wühlen konnten, und es ist leicht zu zeigen, wie auch die Richtung der Fufsbetten sich ändern würde, wenn die Gröfse der Wassermasse, die sie zu führen bestimmt sind, sich vermehrte oder verminderte.

b) In Rücksicht auf die Gestalt der Flufsbetten findet in dem Lauf der Ströme eine charakteristische Verschiedenheit statt, welche, wiewohl im Allgemeinen sehr bekannt, doch unter den neueren Geographen zuerst von Ritter in eine systematische Darstellung gebracht worden ist.

Wir wissen aus allgemeinen Eindrücken und Beschreibungen, wie sehr sich das Bett eines Stromes, der im Hochgebirge fliefst, von der Form desselben im Vor- oder Hügellande unterscheidet, und wie ganz anders sich die Natur seines Bettes in der Nähe der Mündungen gestaltet, wo die Eigenthümlichkeit des Flusses im Binnenlande an der ausgleichenden Oberherrschaft des Meeres verloren geht. Wir wissen eben so, dafs es sehr viele Flüsse giebt, welche während der ganzen Länge ihres Laufes ihr Bette nur in einem oder dem andern dieser Zustände zeigen. Viele Flüsse entspringen erst im Flachlande, und erreichen, nie die Natur eines selbstständigen Stromes erlangend, nach einem schleichenden Laufe durch sumpfige Flächen das Meer; andere stürzen aus Küstengebirgen als Gebirgsbäche ins Meer, und erlangen also nie die Natur der majestätischen Ströme des Binnenlandes, welche den Stolz und den Hebel der Kultur ihrer Anwohner bilden; beide wurden schon von älteren Geographen unterschieden, und erhielten, wenn auch in der That von sehr verschiedener Natur, den gemeinsamen Namen der Küstenflüsse. — Anderen Flüssen dagegen kommt gerade eine entgegengesetzte Eigenschaft zu; von den Gebirgen ins Vorland herabstürzend, zieht sich ihr Bett oft durch ansehnliche Landstrecken hin, allein

sie enden, bevor sie das Meer zu erreichen im Stande sind; entweder münden sie in grofse Wasser-Ansammlungen des Binnenlandes, deren Gröfse hinreicht, um den ihnen mitgetheilten Wasserreichthum durch Verdunstung immer wieder abzugeben, oder sie sickern allmälig in lockeren Boden ein, der keine Thalfurche darbietet, um sie darin abfliefsen zu lassen (Steppenflüsse der älteren Geographen).

Diese unbestimmten, fast prinziplosen Unterscheidungen, hat die aus umfassender Naturanschauung geschöpfte Darstellung Ritter's *), welcher damit eine Vergleichung der über alle Flüsse bekannten Thatsachen verbindet, jetzt verdrängt. Die einzelnen Stromsysteme als mehr oder minder zur Vollendung gekommene Individuen betrachtend, scheidet er sie zunächst in zwei Hauptfamilien: in oceanische und in nichtoceanische, kontinentale. Den zur Vollendung gediehenen legt Ritter während ihres Laufes vom Ursprunge bis ans Ende drei Hauptstufen der Entwickelung bei, welche er den Oberlauf, den Mittellauf und den Unterlauf nennt. Alle drei Stufen haben ihre Eigenthümlichkeit, die in der Gestalt ihres Bettes und dem dadurch bedingten Verhalten der in ihnen fliefsenden Wassermasse sich ausdrückt. Jeder vollendete Strom besitzt diese drei Stufen der Ausbildung; die davon abweichenden, die Küstenflüsse beider Arten, die Steppenflüsse, sind als Individuen unvollendeter Bildung (unentwickelte Stromsysteme) zu betrachten. Dadurch, so wie durch die grofse Verschiedenheit der Verhältnisse in diesen Entwickelungsstufen bei einzelnen Stromsystemen, tritt diese systematische Form hervor.

Ehe wir zu einer Charakteristik dieser Formen, so weit sie sich aus der Gestaltung der Flufsbetten ergiebt, übergehen, ist zu bemerken, dafs die verschiedenartigen

*) Erdkunde 2te Aufl. I, 78.

Entwickelungsstufen der Stromsysteme nicht als mathematisch scharf begrenzte Gebiete derselben betrachtet werden dürfen. Der Uebergänge und Vermittelungen, ja selbst Rückfälle aus einer Stufe in die andere, sind unzählige, und es gestaltet sich diefs Verhältnifs vollkommen so frei wie die Verschiedenartigkeit der Oberflächengestalt, von der wir, sobald die Anschauung ins Einzelne geht, den Ueberblick verlieren, und ein scheinbar regelloses Gewirre von Erhebungen und Vertiefungen auf der Oberfläche erscheinen läfst.

In ihrem oberen Laufe werden die Strombetten vorzugsweise charakterisirt durch die ansehnliche Steigerung ihres Bodens, durch die Höhe und Steilheit der begrenzenden Uferränder und durch den geringeren Raum zwischen diesen Rändern und dem in ihrer Tiefe fortrinnenden Wasser. Thalbildung und die Bildung eines Bodens, auf welchem die Wässer ihr Bett frei auszuarbeiten vermögen, sind hier noch nicht von einander getrennt, und bei vielen Bergströmen im Hochgebirge, das wir hier vorzugsweise vor Augen haben, fliefsen die Gewässer sehr häufig auf dem nackten Felsboden, in welchem die Thalwände sich unten spitzwinklich schliefsen. Ein eigentlicher Thalboden, wie bei allen Flüssen des Hügellandes und der Vorberge, ist nicht vorhanden, und schäumend stürzt sich der Giefsbach von Felsen zu Felsen.

Wie aufserordentlich tief in den Grund des Gebirges die Thäler der Bergströme eingeschnitten sind, geht aus vergleichenden Messungen der Höhe der Gebirge und der Wasserspiegel an ihren Ausgängen hervor. In der mächtigen Kordilleren-Kette sind die Hochthäler nach Alex. v. Humboldt *) von 8- bis 10000 F. hohen Gipfeln und Kämmen umgeben, während sie selbst ungefähr in gleicher Fläche über dem Meere liegen, und

*) *Relat. hist. X, p.* 87.

dennoch liegen die Flüsse, wo sie das Gebirge verlassen, nur etwa 2000 Fufs über dem Meere, und sie nehmen die Thäler so vollständig ein, dafs keine Bewohnung derselben stattfinden kann. In den Alpen erhebt sich die vorderste Kette auf der Nordseite sehr schnell zu etwa 6- bis 8000 F., und doch liegen die Betten der Flüsse, die aus ihnen hervortreten, nur 1200 F., selten 1500 F. über dem Meere. Das dabei stattfindende Verhältnifs zwischen der Höhe der Ufer und der Breite des Thalgrundes giebt diesem das Ansehen von Spalten, und nur diesen Charakter dürfen wir festhalten, um uns von der Grundgestalt der Strombetten in dem oberen Theile ihres Laufes einen vollkommenen Begriff zu machen.

So wie die Richtung einer Spalte, welche in festes Gestein reifst, eine geradlinige ist, so ist auch die Richtung der Bergströme vorwaltend geradlinig; kann eine Spalte nicht geradlinig reifsen, so macht sie in starren Körpern scharfe zickzackförmige Winkel, wobei an den nach oben weit aufklaffenden Rändern die ausspringenden Ecken immer genau den einspringenden entsprechen, so dafs sie, wenn man sie wieder vereinigen könnte, genau auf einander passen würden. So ist es auch bei den Bergströmen; schon Bourguet hat diesen, wie er sich ausdrückte, festungsartigen Bau in vielen Thälern der Alpen gesehen, und er hat nur darin gefehlt, dafs er und viele seiner Nachfolger ihn ganz allgemein auf die Bildung aller Thäler anwenden wollten; nirgend aber wird uns diese Grundgestalt der Hochgebirgsthäler vollkommener als in den Andes von Chili beschrieben, wo man so gebirgige Spalten mit dem charakteristischen Namen Quebrada belegt, und wo alle Flüsse in ihnen strömen, bis sie plötzlich in die Fläche austreten, die ihnen für die nur noch sehr kurze Strecke bis zum Meere ein breites Bette und sehr geringen Fall giebt.

Unter den Flufsthälern der Alpen, welche diesem Bilde vorzugsweise entsprechen, zeichnen sich nach den Schil-

Schilderungen Ebels *) ganz besonders viele auf der südlichen Seite, im Kanton Tessin und im Piemontesischen aus, vor allem die Thäler von Anzasca und Vedro auf der südlichen Seite des Simplon, und das Thal von Aosta, durch welches die Strafse vom St. Bernhard nach Italien führt. Hier endigen unmittelbar mit steilen Abfällen die hohen Urgebirgsalpen an der Ebene, und bilden in halbkreisförmiger Umgrenzung den ungeheuren Gebirgswall, in dessen Nähe die Gegenden von Turin und Mailand einen schönen Ueberblick der grofsartigsten Gebirgsgestaltung von Europa gestatten. Aus schauerlich tiefer und enger Kluft stürzen hier die zahlreichen Zuflüsse der beiden Hauptströme, Sesia und Dora, hervor; oft angeschwollen am Rande des Gebirges bis 128 F. tief, rollen sie die nach Regengüssen in tagelang anhaltenden Steinregen herabfallenden Trümmer ihrer Wände mit sich fort, und gestatten ihnen nicht, auf dem schmalen Boden liegen zu bleiben, um einen den Wirkungen des Flusses gehörigen Thalgrund zu bilden. Neben dem wildesten wüthendsten Bergstrom laufen die Wege, die, wie selbst auch der schon von den Römern angelegte Weg von Aosta, immer nur Saumthierpfade sind, theils in Nischen fort, welche in den Felsen des Ufers gehauen sind, und an vorspringenden Stellen ihn oft in Gallerien durchbrechen, theils auf hoch über dem schäumenden Strome gewölbten Brücken, die theils quer über ihn hinsetzen, theils an ihm der Länge nach fortlaufen.

Indefs diese ausgezeichnete ununterbrochene Spaltenform ist keinesweges die allein herrschende aller Flufsbetten im Hochgebirge. Saussure, L. v. Buch und Ebel haben es zuerst in den Alpen bemerkt, dafs die meisten ihrer Wässer sich durch ein eigenthümlich stufenförmiges Absetzen auszeichnen, das dem zugänglichen

*) Bau der Erde im Alpengebirge I, 186.

Theile des Gebirges einen sehr eigenthümlichen Charakter giebt. Nicht nur die weiten Längenthäler, wie das Wallis, das Engadin u. s. w., geben den Flufsbetten Raum sich selbststä[illegible] auszubilden, und in weiten Wiesen- und Feldflächen zwischen den entfernter begleitenden hohen Gebirgsketten sich durch die Kraft des Gewässers einen gleichförmigen Fall zu schaffen; sondern auch in allen gröfseren Querthälern, die unmittelbar vom Abhange der Hauptkämme sich öffnen, giebt es mehrfach über einander aufsteigend, solche schwach und gleichförmig geneigte Thalböden, auf welchen die Bergwässer ruhiger strömen und auf welchen die Felswände weit auseinandertreten, um eine bewohnbare Fläche, die der Flufs auf ihrem Boden anschwemmte, entstehen zu lassen. Aber diese Thäler hängen unter einander durch enge, steil geneigte Spalten, durch blofse Felsenklüfte von der eben beschriebenen Beschaffenheit zusammen, und so wechselt im Laufe der Bergströme ein gleichförmiges Fliefsen durch breite Auen mit einem furchtbaren und unregelmäfsigen Stürzen durch Spalten, in welchen sie kaum Platz finden.

Sehr schön schildert diese Erscheinung, die allein dazu beträgt, den Alpenthälern den lieblichen Charakter zu geben, welcher sie vor den Thälern so vieler hohen Gebirge auszeichnet, L. v. Buch in seiner Reise durch Salzburg. Schon oben haben wir die enge tiefe Schlucht kennen gelernt, in welcher die Salzach fast 2 Meilen lang von Werfen bis Golling die 8000 Fufs hohe Kette des Watzmann bis auf seine Sohle zerreifst. An den steil aufsteigenden Felswänden kann man deutlich die Spuren des gewaltsamen Einschneidens durch die Wirkung des Wassers hoch herauf nachweisen; indefs wenn man diese Kluft ins Gebirge hinein durchwandert hat, sieht man sich schnell in ein weites, offenes, reich bebautes Längenthal, das Pinzgau, versetzt. Es ist reichlich 10 Meilen lang, und sein Boden, der,

bevor die Engen von Golling und von Lofer sich öffneten, ein See gewesen, zeigt noch jetzt eine kleine Wasser-Ansammlung, den Zeller See. Auf der Südseite des Thales dient ihm zur Einfassung die hohe Kette der Tauern, die mit ihren schneebedeckten Gipfeln im Glockner sich zu 12000 Fufs erhebt. Von dieser strömt wieder eine Menge beträchtlicher Bäche durch Querthäler ins Pinzgau herab, und ihre Betten haben im Kleinen wiederholt dieselbe Gestalt, die die Salzach im Grofsen zeigt. Alle stürzen sie gleich bei ihrem Eintritt ins Hauptthal aus engen tiefen Spalten hervor, in denen sich das Gebirge zu schliefsen scheint. Der bekannteste unter ihnen, die starke Gasteiner Aach, stürzt durch die sogenannte Klamm, durch welche ebenfalls der Weg auf Brücken über den Abgrund führt, etwa 500 F. hoch von einem Wasserfall auf den andern; bald weichen indefs die Felsen zurück, und man sieht sich auf einer bebauten weiten Wiesenfläche, in deren Mittelpunkt Hof im Gastein liegt. Gleichförmig und sanft fliefst der Strom hier 5 Stunden lang mit etwa 200 F. Fall, während die steilen Bergwände etwa auf jeder Stunde $\frac{1}{4}$ Meile zurücktreten. Doch gerade da, wo das Wildbad Gastein liegt, schliefst sich die Ebene von Neuem, der Bach tritt aufs Neue aus einer engen Felsenspalte hervor, gleich über dem Bade in einem Absatz 270 F. hinabstürzend. Man steigt durch die Kluft gegen 900 F. auf, und dann ist man in einer halben Stunde von Neuem auf einer weiten, wenngleich kleineren, Fläche, 1600 F. über der Salzach, auf welcher Boeckstein am Fufse des noch gegen 5000 F. darüber aufsteigenden Rathhausberges liegt.

Von gleicher Natur aber sind alle Gebirgsbäche, die von den Tauern herabkommen *), und Ebel hat erwiesen, dafs auch in der Schweiz diese Erscheinung,

*) Beobacht. I. 238.

welche mit unserer Vorstellung von der Bildung der Thäler, sie sey welche sie wolle, sehr schwer vereinbar ist, bei den aus Querthälern hervortretenden Strömen fast allgemein dieselbe ist *). So stürzt die Reufs, an welcher die Gotthardstrafse hinaufführt, über drei solche Stufen (Hospiz, Ursern- und Krachen-Thal), welche zusammen 4400 F. betragen, ins Thal des Vierwaldstädter Sees hinab, der Tessin mit zwei Stufen (3600 Fufs) in den Lago maggiore, die Aar mit eben so viel (Grimselspital, Guttannen) ins Hasli-Thal u. s. w.

Die Beobachtungen von Pasumot **) ferner und von Charpentier ***) beweisen, dafs das Verhalten der Bergströme oder Gave's in den Pyrenäen ganz dasselbe sey; dort giebt es wegen der geringen Breite des Gebirges mit höchst unbedeutenden Ausnahmen keine weiten Längenthäler, wie in den Alpen, alle Bäche auf der Nordseite wenigstens stürzen in Schluchten quer auf ihrer Richtung herab, und bestehen aus einer Folge von Erweiterungen *(bassins)*, in denen sie gleichförmig und oft selbst langsam fliefsen, und Zusammenschnürungen, die sehr plötzlich eintreten, und in welche sie stürzen. Charpentier †) giebt an solchen Stellen Kaskaden an, welche 6- bis 800 F. senkrechte Höhe haben, und Pasumot ††) zeigt, dafs selbst in gewöhnlichem Falle die Gaves (wie die von Bastan), den ungeheuren Fall von 6 Zoll auf die Toise, also 1 Zoll auf 1 Fufs †††) haben, wobei immer noch hier und da kleine Abstürze

---

*) Bau der Erde I, 37.

**) *Voy. phys. dans les Pyrénées en* 1788 *et* 89. *Paris. an V. p.* 151 *sq.*

***) *Essai* 1823, *p.* 18 *sq.*

†) *Essai p.* 29.

††) *Voy. p.* 153.

†††) Ritter's Erdkunde 2te Aufl. I, 81.

von 3 Fufs Höhe vorkommen. Viele dieser Gaves entspringen sogar merkwürdig genug in ungeheuren solchen cirkusartigen Räumen mit senkrechten Wänden, welche von den Einwohnern *oule* oder *houle*, d. h. *pot*, *marmite*, genannt werden *). Alle Nebenthäler dieser Ströme haben übrigens eine reine Spaltenform, und an der steileren Südseite des Gebirges entdeckte schon Ramond Thäler am Montperdu, welche vollkommen mit den Spalten des Piemontesischen etc. verglichen werden können **).

So zeigt sich die Form der Flufsbetten und ihrer Thäler an der Wiege der Ströme.

Aus dem Hochgebirgslande tretend, beginnt der Strom seinen mittleren Lauf. — Ein bei weitem geringerer Abhang seines Bettes und ein geringerer Wechsel in diesem Verhältnifs, unterscheidet dessen Gestalt von der in der vorhergehenden Stufe. Im Allgemeinen entfernen sich die Uferränder mehr von dem Strom, und steigen weniger steil und plötzlich auf, wie es dem Charakter des niedrigen Berg- oder Hügellandes gebührt, und sie lassen daher, wo sie endlich sanft geneigt oder gar in wagerechter Lage zusammenstofsen, dem Strom auf dem Boden des Thales einen Schauplatz seiner Thätigkeit, auf welchem er nach Begünstigung der Umstände sich seinen Lauf wählen und sein Bette im Verhältnifs zu seiner Wassermenge und zu der Geschwindigkeit, mit welcher sie hindurch fliefst, sich ausarbeiten kann; hier ist Thal- und Bettenbildung getrennt, und der selbstständige Strom verfolgt nun, indem er von der Gestalt der Thäler den günstigsten Gebrauch macht, seinen eigenthümlichen Gang.

Der Abhang der Strombetten ist in diesem Theile des Laufes, wie die Vergleichung des Nivellements vie-

*) Die schönste ist *la oule de Gavarnie; Charp. Essai p.* 25.

**) *Charp. Essai p.* 26.

ler gröfseren Ströme ergeben hat, sehr gering; doch fehlt es in dieser Beziehung noch sehr an genaueren Messungen, und wir erhalten in der Regel nur einigermafsen zuverlässige Resultate durch Vergleichung der Höhe der Orte über dem Meere, welche an einem Strome in gröfseren Abständen liegen, und durch Vertheilung der gefundenen Differenz auf irgend eine Einheit (etwa eine Meile), wobei dann der Fehler nur gering ausfallen kann. Früher, als man sich zur Bestimmung solcher Verhältnisse nur der Schätzung bediente, kam man auf sehr abenteuerliche Resultate, und schrieb den Quellen Höhen zu, die auf der Erde gar nicht vorkommen *).

Einige der genaueren Resultate an bekannteren Strömen sind folgende:

Die Donau z. B. fällt, nach Memminger's Angaben **), in ihrem obersten Theile bei Siegmaringen auf jede Stunde Weges etwa 26,7 F.; weiter unterhalb bei Ulm dagegen nur 17,9 Fufs. Von Ingolstadt bis Regensburg, auf einer Strecke von etwa 16 Stunden, beträgt ihr Fall dagegen nach Heinrich ***) 110 F., also nur 7 F. auf die Stunde; und von Wien bis Ofen, eine Entfernung von etwa 70 Stunden Lauf, nur 77 F., d. h. also kaum mehr als 1 Fufs auf die Stunde, das Minimum etwa, was sie in ihrem mittleren Lauf erreichen mag. Ueberhaupt fällt dieser Strom von seiner Quelle bis zum Meere im Ganzen 1933 F., und davon kommen allein auf die ersten 100 Meilen, bis Presburg, schon 1700 F., während die anderen 233 F. auf die unteren Theile derselben vertheilt werden müssen, die doch volle zwei Drittel der ersteren betragen. Und doch gehört die Donau zu den Strömen, die fast

*) Otto Hydrograph. p. 155 (Kühn).

**) Würtemberg p. 163.

***) Monatl. Korrespond. XXV, p. 368.

nur einen mittleren Lauf und einen unteren, aber keinen oberen haben.

Eine sehr zuverlässige Bestimmung besitzen wir ferner noch von einzelnen Theilen des Rheins und von mehreren seiner Nebenflüsse. Der Rhein, nachdem er bei Schaffhausen mit dem letzten Katarakt, der in ihm vorkommt, seinen oberen Lauf verlassen, und etwa mit seiner Krümmung bei Basel nun in den mittleren eingetreten ist, fällt von letzterer Stadt (nach Merian 755 F. über dem Meere) bis Strafsburg *) auf einer Strecke von 36 Stunden etwa 315 F., also etwa 8,7 F. auf die Stunde, von Strafsburg bis Mainz dagegen auf 50 St. nur 240 Fufs oder 4,8 Fufs auf die Stunde. Weiter unterhalb besitzen wir genaue Nivellements von Wiebecking **), woraus hervorgeht, dafs der Rhein von der Mündung der Ahr bei Unkel bis nach Mülheim, Köln gegenüber, auf eine Entfernung von 15 Stunden 52 F. fällt, also 3,5 F. auf die Stunde.

Vom Neckar sind wir nicht minder zuverlässig unterrichtet; seine Quelle liegt nach Memminger 2148 F., sein Einfluſs in den Rhein 284 F., und dabei fällt er in den ersten vier Meilen seines Laufes etwa 400 F., in den vier letzten dagegen etwa nur 45 F. ***).

Die Elbe ist auf einem grofsen Theil der unteren Hälfte ihres mittleren Laufes nivellirt worden. Der Fall derselben von Wittenberg (200 F. üb. d. Meere) †) bis Magdeburg beträgt, nach Berghaus, 76 pr. Fufs, d. h. 5,4 F. auf die Meile, ein Fall, wie wir ihn nicht gröfser bei einem Strome, der so völlig in ebenem Lande liegt, erwarten dürfen.

---

*) Hertha I, p. 457.

**) Atlas zur Wasserbauk. T. XVII.

***) Memminger's Würtemberg p. 157.

†) Hertha V, p. 15.

Interessant ist es, hiemit nach den Angaben von la Condamine, den ungefähren Fall des Amazonenstromes zu vergleichen. Wo dieser mächtige Strom bei den Engen von Jaen de Bracamoros (Tomependa) seinen oberen Lauf verläfst, und nun in das weite Thal seines mittleren und unteren Laufes eintritt, hat er etwa 1410 F. Erhebung über dem Meeresspiegel, und wenn wir uns dabei erinnern, dafs er einen Lauf von wenigstens 50 Längengraden in der Aequatorialzone, also reichlich 800 Meilen, zurücklegt, so sehen wir, dafs etwa 1,7 F. auf die Meile kommen; wohl der geringste Fall eines Strombettes in seinem mittleren Laufe, wovon wir Kunde haben.

Es ist nun noch die wagerechte und vertikale Gestaltung des Flufsbettes im mittleren Laufe zu betrachten übrig.

Während in dem oberen Lauf der Ströme theils die Festigkeit und Enge des Thalgrundes ihnen nicht gestattet, von der durch Spaltung des Felsens vorgeschriebenen geradlinigen oder gebrochenen Richtung abzuweichen, und während auch in den Weitungen der Hochthäler die Schnelligkeit des Falles der Ströme sie nöthigt, der kürzesten Richtung zu folgen, finden wir dagegen in dem mittleren Lauf, in welchem der Strom sich in einem breiten Bette länger verweilt, häufig die Richtung seines Laufes von der geradlinigen abweichen, mannigfache Krümmungen, welche im aufgeschwemmten Thalboden, den der Flufs sich allmälig durch eigene und durch seiner Nebenflüsse Zuführung erzeugt hat, eine gefällig verrundete Gestalt erlangen. Diese geschlängelte Gestalt, die Mäanderform der Ströme, wird, nach Ritter's Bemerkung, zur Charaktergestalt dieser Entwickelungsstufe. Sie ist von Rennell besonders deutlich am Ganges nachgewiesen worden *).

*) *Philos. transact.* 1781, *p.* 88.

Diese Gestalt ist entweder eine Folge der Unebenheit oder der verschiedenen Lockerheit des Bodens, welche entweder schon früher da war oder oft durch Zufälligkeiten neu hervorgerufen seyn kann. Findet ein Strom in seiner geraden Richtung bei verminderter Schnelligkeit seines Laufes eine Erhebung des Bodens, so wird er von ihr allmälig zur Seite geleitet, er greift seinen Uferrand an und benagt denselben so lange, bis seine Fortschritte durch das bedeutendere Ansteigen und die Festigkeit desselben gehemmt werden. Er wird nun auf die entgegengesetzte Seite geworfen, bis er dort auf's Neue fortschreitend, endlich durch den Widerstand zur Rückkehr nach der ersten gezwungen wird. Dieser Vorgang geschieht allmälig, und daher wird die Biegung eine verrundete Hufeisengestalt erhalten; da indefs die Wirkung, die sie erzeugte, immer fortdauert, der Flufs durch Aufhäufen der Trümmer, die er losreifst, seinem Bette unaufhörlich eine neue Gestalt giebt, so wird eine stete Aenderung in der Lage dieser Windungen seines Laufes stattfinden. Die grofsen Krümmungen werden oft abgeschnitten, indem sich ihre Endungen durch fortgesetztes Arbeiten des Stromes entgegenkommen, und so werden Inseln, Sandbänke, Werder, Auen gebildet werden, welche den gröfseren Strömen im Binnenlande einen von dem vorgeschilderten völlig abweichenden Charakter geben. Diefs Verhalten der Krümmungen nimmt immer mehr zu, je mehr sich der Strom seinem unteren Lauf in der Nähe des Meeres anschliefst, und daher stellt es schon Buffon als eine für Reisende in unbekannten Ländern nützliche Regel auf, dafs Häufigkeit und Stärke der Krümmungen an Flüssen auf ihre gröfsere oder geringere Entfernung vom Meere schliefsen lassen.

Die Form, welche das Flufsbett des mittleren Laufes in seiner vertikalen Dimension im Querprofil erhält, verdient noch eine kurze Erwähnung.

Wenn das Wasser sich geradlinig zwischen Uferrändern bewegt, die seinem Andrange gleichviel Widerstand entgegensetzen, ist die Gestalt dieses Querprofils die einer elliptisch verrundeten Furche, welche hinreicht, die Wassermenge zu fassen, die sie ausgearbeitet hat *); die Abhänge beider Seiten derselben haben gleiche Neigung, und der tiefste Theil des Ganzen, von welchem auch der gröfseste Stofs des fliefsenden Wassers ausgeht, wird die Stromrinne (der Thalweg) genannt. Weicht dagegen der Lauf eines Stromes von der geradlinigen Richtung ab, so erhält auch das Profil desselben eine andere Gestalt, die Stromrinne desselben wird nach der Seite hin abweichen, wo der stärkste Andrang des Gewässers stattfindet, und also bei den Krümmungen nach der Seite, auf welcher der Strom vorschreitet; das Profil erhält dadurch die Gestalt eines stumpfwinkligen Dreiecks, dessen am steilsten geneigte Seite dem konkaven Theile des Ufers am nächsten liegt, der konvexe Theil der Krümmung wird sanft geneigt unter den Strom einschiefsen und fortwährend seichter werden, je weiter der Angriff gegenüber vorschreitet, sein trockenes Land wird mehr und mehr sich vergröfsern, wie diefs vollständig aus Rennell's Karten hervorgeht.

Nächst den Krümmungen indefs und dem eigenthümlich ausgearbeiteten Durchschnitt des Flufsbettes, finden wir im mittleren Lauf der Ströme die Eigenschaft des stufenförmigen Absteigens, die wir oben bei den Thälern der Alpen erläutert haben, nicht selten in grofsen Dimensionen wieder. Sie zeigt sich hier, ganz mit denselben Veränderungen in der Gestalt der Thalränder begleitet, eine Folge von Erweiterungen und Zusammenschnürungen, erstere den Boden von weitläuftigen Binnenseen bildend, letztere die Stellen bezeichnend, an

*) *Rennell l. c. p.* 94.

welchen die Dämme durchbrochen sind, welche einst diese Seen gestaut hielten.

So hat der Rhein einst, das läfst sich durch die Beschaffenheit seines Bodens erweisen, einen ausgedehnten See zwischen Basel und Bingen gebildet. Das Bette der Donau ist eine Kette von Seen, die sich successiv durch Gebirgszerspaltung in einander ausgeleert haben: bei Passau, bei Neuburg, oberhalb Wien, bei Presburg, oberhalb Ofen und Orsova, liegen die Hauptpunkte der Zusammenziehung ihrer Thalränder. So war auch einst Böhmen theilweise ein Binnensee, bevor die Elbe den Ausgang durch das Erzgebirge fand.

Indefs die gröfsere Kraft des Gewässers in dieser Entwickelungsstufe hat den sehr grofsen Unterschied verwischt und mehr oder minder ausgeglichen, welcher im oberen Lauf des Stroms durch diese Beschaffenheit ihres Bettes erzeugt ward. Wasserfälle bilden die Ströme unter solchen Verhältnissen nicht mehr, wo ihr Bette sich ausgebildet hat; nur kleinere Stufen haben sie in den Trümmern der auf ihrem Boden zurückgebliebenen Felsenriffe zu überschreiten, es entstehen dadurch nur noch sogenannte Stromschnellen, und mit der letzten, die der Strom noch durchschneidet, tritt er auch häufig schon in seinen unteren Lauf ein.

So hat die Donau ihre Strudel in der Gegend von Vilshofen, bei Neuburg und bei Orsova; so der Rhein gleich unterhalb Bingen im sogenannten Binger Loch, das sonst von den Schiffern so sehr gefürchtet war, ferner bei St. Goar und in der Gegend von Unkel; so die Elbe bei Leitmeritz und Aussig, gleich unterhalb Meifsen, und selbst noch bei Magdeburg, wo sie das letzte Mal über Felsengrund flieſst. Auch die sogenannten Katarakten, mit welchen der Nil bei Syene aus Nubien nach Aegypten ein-

tritt, sind, wie die Beobachtungen der französischen Naturforscher erweisen, in der That auch nichts Anderes als solche Stromschnellen *), die seinen Eintritt in den unteren Theil seines Laufes andeuten **). So ist es ferner mit der Rhone, die, nachdem sie durch eine merkwürdig enge Spalte unter Genf ihren oberen Lauf verlassen hat, nun noch einmal unter Lion, bei Pierre encise, über Granitfelsen stürzt.

Wo sich übrigens Flüsse sehr ausgewirkt haben, da durchschneiden sie die Verengerungen ihrer Betten, auch selbst oft schon ohne einen stufenförmigen Absatz zu zeigen, den sie weggewaschen haben. Dieſs ist z. B. der Fall mit der Weser in der *Porta westphalica*, wo nur ein sehr niedriger Wasserstand noch zuweilen einen Absatz im Laufe des Flusses hervortreten läſst; so mit den in kleinem Maafsstabe sehr deutlichen Engen, welche die alten Seebecken der Unstrut bei Heldrungen und bei Memmleben einschlieſsen.

Gerade das Gegentheil aber davon zeigt sich in noch nicht entwickelten Stromgebieten, in welchen die aneinanderhängenden Seereihen noch mit Wasser erfüllt sind, weil die Tiefe und Breite der verbindenden Ströme noch nicht so weit vergröſsert ward, um ihnen den Abfluſs zu gestatten. Das gröſseste Beispiel davon giebt der St. Lorenzstrom mit den fünf an ihm hängenden Seen von Canada, und es ist gewiſs sehr interessant, daſs der Spiegel dieser Seen sich noch successiv erniedrigt, und also, wie Ritter bemerkt, hier die Strombildung deutliche Fortschritte macht. Aehnliche Beispiele geben in Europa der Ladoga-, Onega- und Saima-

*) Erdkunde 2te Aufl. I, p. 687.

**) Ihre Gröſse ist sehr übertrieben worden; eine der Hauptkatarakten hat nach Belzoni 30 Fuſs Länge und 15° Neigung. Nach Browne sind es bei niederem Wasser drei Absätze zu 30 F. Länge und 7 bis 8 F. Höhe, bei hohem Wasser schiffbar.

See, die obere Glieder des unentwickelten Stromgebietes der Newa sind, viele Seen in Schweden, unter welchen wir vorzugsweise den Wenersee nennen, dem die Götha-Elv einen Ausweg durch die Stromschnellen bei Trollhätta bereitet.

Was indefs noch mehr oder minder unentwickelt in dem Streben des Wassers nach Ausgleichung in dem mittleren Laufe der Ströme vorkommen mag, das ist völlig verschwunden in der letzten ihrer Entwickelungsstufen, in ihrem unteren Lauf.

Der untere Lauf der Ströme, in welchem die Herrschaft des Meeres beginnt, unterscheidet sich von der eben behandelten Mittelstufe durch eine noch mehr verringerte Neigung der Flufsbetten, der nur noch sehr wenig fehlt, um zur Gleichförmigkeit des Meeresspiegels zu gelangen. Während im mittleren Lauf der Ströme noch Uferränder vorhanden sind, die in einiger Entfernung das Gebiet beschränken, auf welchem der Strom nach Willkühr seine Bahn bildet (seine Windungen gräbt u. s. w.), finden wir dagegen hier, im ganzen Gebiete des unteren Laufes, eine ununterbrochene Ebene ohne begleitende Uferränder. Das Ganze ein Werk des Stromes ist noch fortwährend ein Schauplatz seiner Veränderungen, und indem hier die Individualität des Stromes verloren geht, hört er auf, ein einfaches Rinnsal, den tiefsten Punkt der ihm früher von der Natur angewiesenen Furche, zu bilden; er gabelt und verästelt sich mannigfach, und wenn er sich selbst überlassen ist, gehen ununterbrochen Aenderungen in der Zahl seiner Zweige und in ihrem gegenseitigen Verhältnifs (Länge und Breite derselben, Gröfse der Wassermasse in ihnen) vor. Diefs ist das allgemeine Bild eines Stromes in diesem Zustande, der vollkommenste Gegensatz gegen den Zustand seines Beginnens in der ersten Entwickelungsstufe.

Wie gering der Fall der Flüsse verhältnifsmäfsig in ihrem unteren Laufe sey, geht schon aus den wenigen

Angaben hervor, die uns von bedeutenderen Strömen zu Gebote stehen, und fast scheint es, dafs, je bedeutender der Strom, um so geringer auch gegen das Ende, wo er selbst schon mit einem Meere süfsen Wassers verglichen werden kann, sein Fall sey.

So berichtet z. B. Adanson *), dafs der Senegal von Podor 45 geogr. Meilen oberhalb seiner Mündung nur $2\frac{1}{2}$ Fufs Fall habe, das würde mithin auf die Meile etwa 8 Linien Fall geben. La Condamine **) fand bei seiner Reise auf dem Amazonenstrom, dafs der Fall desselben von Fort Pauxis, wo zuerst die Fluth anfängt bemerkbar zu werden, bis zum Meere, auf eine Entfernung von wenigstens 150 Meilen, nur $10\frac{1}{2}$ F. betragen kann, also etwa 10,8 Linien auf die Meile, ein Abhang, wobei das Wasser sich nur sehr langsam fortbewegen würde, wäre nicht der Druck der stets von oben nachrückenden Wassermasse die vorzüglichste Ursache seiner Bewegung. Die Elbe bei Boitzenburg ***) ohngefähr 25 Meilen oberhalb der Mündung, und noch einige Meilen oberhalb der Punktes, wo eigentlich ihr unterer Lauf beginnt, liegt nur noch 9 Fufs über der Nordsee, bei Hamburg 15 Meilen oberhalb der Mündung kaum noch 6 F.; diefs giebt einen mittleren Fall von etwa 4 Zoll 4 Linien auf die Meile.

Charakteristischer indefs noch und mehr in die Augen springend, ist die Neigung der Ströme, in ihrem unteren Lauf sich zu verzweigen, und einen von dem übrigen Festlande getrennten, zwischen den äufsersten Armen des Stromes eingeschlossenen eigenthümlichen Landstrich zu bilden, den man gewöhnlich nach dem von Ritter wieder allgemein eingeführten Sprachgebrauch das Delta-Land des Stromes zu nennen pflegt.

---

*) Erdkunde 2te Aufl. I, 85.

**) *Voyage p.* 132.

***) Hertha V. Zeit. p. 14.

Die Ursachen dieser Verzweigungen der Ströme an ihren Mündungen sind sehr leicht einzusehen. Den ersten Anlafs dazu giebt die verminderte Neigung des Bodens gegen das Meer und das Zurücktreten der Uferränder in eine Meeresbucht. Der Strom, welcher auf diese Weise immer mehr und mehr in eine weite Ebene sich ausbreiten kann, und dessen Wassermasse sich nach den Jahreszeiten vermehrt oder mindert, wirkt in diesem Zustande verschiedenartig auf die verschiedenen Theile des Bodens, die er bedeckt. Der Druck seiner nachrückenden Wassermasse, welche eine Menge von Bruchstücken aus den höheren Theilen des Flufsgebietes mit sich herabführt, wirkt, wenn nur sehr geringe Unebenheiten im Boden vorkommen, keinesweges auf alle Theile desselben immer gleichartig, es bilden sich an den tieferen Stellen desselben Flufsrinnen, und an den flächeren (höheren) Theilen des Bodens werden die langsamer fliefsenden Wässer die Stoffe besonders reichlich absetzen, welche sie vermöge ihres geringen Gefälles nicht mehr weiter mit fortzuführen vermögen. So zeigt sich denn, wenn der Wasserspiegel sinkt, in der Mündung des Stromes eine Insel über dem Wasser hervorragend, und die Richtung des Stromes wird von dieser zusammengeschwemmten Masse abgelenkt, der Strom wird zur Seite geschoben, entfernt sich mehr nach den Rändern der Ebene, und fliefst in zwei gabelförmig getrennten Armen ins Meer. Diese erhalten, indem sie ihre Betten sich auswühlen, immer mehr und mehr die Gestalt von selbstständigen Strömen, und vermögen selbst bei hohem Wasserstande nicht mehr die Oberfläche der neugebildeten Insel zu bedecken. Während indefs der Strom von der Insel getrennt nun mit gröfserer Lebhaftigkeit an ihren Ufern vorüberströmt, erlangt er seine vorige Ruhe, sobald er an ihr vorüber ist; er häuft auf beiden Seiten, wo der Stofs des fliefsenden Wassers am wenigsten wirkt, die mitgeführten Stoffe auf, bildet sich allmälig

Uferränder, die seine Mündung ins Meer hinaus verlängern. Indefs auch diese Operation mufs ihre Grenzen finden. Je länger die Linie wird, die der Strom bis ins Meer zu durchlaufen hat, desto schwächer wird sein Fall, und desto mehr schwächt sich der Druck der fortbewegenden Wassermasse, der Flufs kann nicht mehr vorwärts, und er wird selbst in seiner Mündung ermattend, die Stoffe zurücklassen, die er bisher noch vor sich herstiefs; er bildet Flufsriegel und Sandbänke, die er zwar zuweilen noch wieder zerstört, aber zuletzt doch nicht mehr wegzuschaffen im Stande ist. Dieser Stillstand in der Bewegung an seinem Ende aber hemmt die oberen Wässer in ihrem Laufe, und sie müssen sich nun oberhalb irgendwo zur Seite einen Ausweg bahnen. Die früher gebildeten Dämme übersteigend, bilden sie oberhalb ein neues Rinnsal, und an der Stelle der ersten Gabelung werden wir nun eine doppelte, eine dreifache, vierfache u. s. w. erhalten, in welchem der Flufs fortwährend wandert, und immer mehr und mehr sich das Gebiet seines unteren Laufes bildend, bald durch die eine oder die andere seiner früher gebildeten Rinnen nun seinen Abzug nimmt.

Es ist übrigens sehr natürlich, dafs diese Vorgänge mehr oder minder vollkommen stattfinden müssen, je nachdem die Bedingungen, von welchen sie abhängen, ihrem Hervorrufen günstig sind. Ströme, deren Wasserstände regelmäfsig wechseln, und anhaltend bedeutend höher als zu anderen Zeiten sind, in welchen also die Arbeit jedes Zustandes vollkommener ausgeführt werden kann, Ströme, die an einer flachen sandigen Küste münden, deren Bestandtheile leicht wegzuführen sind, und deren Absetzungen schnell sichtbar werden, weil es nur geringerer Dauer bedarf, um Land bis an die Oberfläche des Wassers zu erheben, und endlich Ströme, die sich in Binnen-Meere ergiefsen, bei welchen die Beunruhigungen des Wassers an ihrer Mündung nicht so grofs

grofs sind, um ihre Werke zu zerstören, müssen mithin unter allen am vollkommensten zur Bildung eines regelmäfsigen Delta geeignet seyn.

Nirgend scheinen diese Bedingungen vollkommener zusammenzutreffen, als bei dem Nil, dessen Deltaland daher auch unter allen bekannten eines der symmetrischsten und vollkommensten ist. Es bildet ein fast vollständiges Dreieck, dessen Spitze landeinwärts etwa 32 Stunden vom Meere liegt, die Basis desselben an der Küste ist nach Gerard etwa 29 Stunden lang, und sein Flächeninhalt beträgt 382 geographische Quadratmeilen; die hauptsächlichsten Grundzüge seiner Ausbildung sind daher besonders geeignet, eine klare Vorstellung ihrer Verhältnisse zu erzeugen.

Der Nil, nachdem er mit den Katarakten von Syene den charakteristischen Theil seines mittleren Laufes durch Nubien beendigt, betritt in Unter-Aegypten ein mehr als 100 Meilen langes, ungemein einförmig gebildetes Thal, dessen Boden der einzige kultivirbare Theil dieses Landes ist. Im Osten und Westen ist dasselbe von zwei sehr gleichartig gebildeten Bergketten begleitet, welche nur wenig hundert Fufs hoch (bei Theben etwa 3- bis 400 F., auch bei Kairo) mehr oder minder steil abfallend auf ihrer Höhe ein dürres von Vegetation entblöfstes und nur mit beweglichem Sande bedecktes Plateau bilden. Im Westen liegt die Fläche der libyschen Kette, deren wenig geneigter westlicher Abhang unmittelbar in die Sahara hinabführt, in Osten die arabische Kette oder (Mokattam), die das Nilthal von dem ihm parallellaufenden arabischen Meerbusen scheidet, und in welcher mehrere tiefe Querspalten deutlich alte Flufsbetten, als Verbindungswege von einem Thal zum andern durchsetzen. Die einander zugekehrten Abfälle beider treten nur in Ober-Aegypten noch zweimal in Felsenengen zusammen, bei dem sogenannten Gebel Selseleh ($\frac{1}{4}$ Stunde lang, wo Steinbrüche für Theben,

in denen Girard eine kolossale Sphynx seit Jahrtausenden zum Einschiffen bereit liegen sah) und beim Gibeleyn, welche (6 M. und 20 M. unter Syene) nur Raum für den durchtretenden Strom lassen, dann aber entfernen sie sich und geben dem zwischenliegenden Thalboden eine regelmäfsige mittlere Breite von etwa 2 Stunden. Da die arabische Bergkette immer mit steil abgerissenen Rändern erscheint, die libysche dagegen mit einer sanften Böschung aufsteigt, so hält sich die Hauptstromrinne des Nil immer hart an dem rechten Thalrande; bis an den Fufs der gegenüber liegenden Berge aber erstrecken sich die mit ihm verbundenen Kanäle, und der wagerechte Boden zwischen beiden, aus den Schlammabsätzen seiner Ueberschwemmungen gebildet, erhebt sich im Mittel, ohne alle Unterbrechung durch Hügel oder andere Hervorragungen, als künstliche Deiche, Schutthügel, nur wenig, bei Syrut in Ober-Aegypten nur 27 Fufs über den niedrigen Wasserstand.

So dauert diefs Verhältnifs gleichförmig fort, bis an die Grenze von Unter-Aegypten bei Kairo; dort weichen die Bergketten auseinander, die libysche wendet sich von dem letzten Vorsprunge, welcher die Pyramiden von Gizeh trägt, schnell gegen NW *), die arabische aber biegt unter einem rechten Winkel gegen O. ab, und so entsteht zwischen beiden eine gegen das Meer, unter einem Winkel von 140° sich öffnende Bucht, begrenzt, nächst den Bergketten, von dem Sande, der sich aus der libyschen Wüste herabstürzt, auf der einen, und von der Kiesfläche der Wüste, die den Eintritt in die Landenge von Suez bildet, auf der anderen Seite.

Diese ganze Gestaltung des Bodens zeigt ursprünglich einen tiefen und schmalen Meerbusen, ähnlich dem nahe parallelen arabischen Meer, an seinem Eintritt ins mittel-

*) *Girard Observat. sur la vallée d'Egypte. Mém. de l'instit.* 1817, *p.* 192.

ländische Meer mit einer ausgedehnten Bucht sich endigend. Zuerst ist derselbe ausgefüllt worden, und noch jährlich wird er durch die Nilüberschwemmungen in einen Süfswassersee verwandelt; als aber die Mündung des Stromes bis in die Gegend von Kairo vorgerückt war, konnte die weite flache Bucht nun sein Deltaland aufnehmen. Der Strom warf in die Mitte derselben seine jährlichen Anschwemmungen, und so entstand hier, wie noch Herodot es beschreibt, ein ausgedehntes Sumpfland, welches erst in Sesostris Zeiten so weit erhöht war, dafs man es umdeichen und urbar machen konnte. Die Gabelung des Nil's in jener Zeit lag 3 Stunden mehr rückwärts als jetzt, 2 Stunden von Kairo, und die beiden Hauptarme des Stromes, welche dem Delta zur Einfassung dienten, mündeten an den Rändern der Wüste, bei Pelusium, und an der Grenze der äufsersten Felsenspitze von Afrika, zu Canopus, wo das heutige Abukir liegt. Zwischen ihnen verzweigten sich die minder bedeutenden Mündungen, deren die Alten noch 5 nennen, in verschiedenen Zeiträumen sehr mannichfach; sie schoben das Land zwiefach konvex heraus, sehr lange aber erhielt sich das Hauptverhältnifs der Mündungen, bis sie endlich ermatteten und sich Wege mehr im Innern des Deltalandes zu suchen genöthigt waren. Der Punkt der Gabelung rückte um 3 Stunden hinab, an den Punkt, wo er heute liegt, bei dem alten Kerkosura, an einen Ort, der jetzt Kuhbauch (*ventre de la vache*) genannt wird. Die kanopische Mündung verstopfte sich, und ihr Ausflufs warf sich ins Innere dahin, wo das heutige Rosette steht. Eben so warf sich der pelusische Arm in einen früher gegrabenen Kanal, der bei Damiette vorüberfliefst; das nun enger gewordene Delta wird gegenwärtig von diesen beiden Hauptströmen eingefafst, die älteren Mündungen aber dienen nur als Bewässerungsgräben, und erinnern allein zur Zeit der Ueberschwemmungen noch an ihre frühere Beschaffenheit.

Während Rosette und Damiette noch im 11ten Jahrhundert am Meere lagen, liegen sie jetzt schon wenigstens 2 Stunden davon entfernt; die Mündungen der Ströme rücken noch sichtlich immer weiter hinaus, so dafs sie zu vorspringenden Hörnern der Küste geworden sind. Dagegen hat das Meer an den Punkten, wo sich die älteren Mündungen zurückzogen, bedeutende Eingriffe gemacht, und grofse, zum Theil von Salzwasser gebildete Lagunen erzeugt, wie den ausgedehnten See Menzaleh an der pelusischen Mündung, den von Abukir an der canopischen. Ein gleiches Schicksal bedroht schon lange die Enden der heutigen Mündungen, bei welchen nur künstliche Hülfsmittel noch den gegenwärtigen Zustand erhalten, eben so wie oberhalb die Spitze des Delta sich wieder (durch den Kanal von Menuf) um etwa 4 Stunden zu verkürzen droht, und sich auch schon mehrmals verkürzt hat, so dafs man genöthigt war die Deiche zu öffnen, welche die natürliche Entwickelung des Stromes aufhalten.

Indefs diese merkwürdige Ausfüllung einer ursprünglichen Meeresbucht ist, wie uns die neueren Untersuchungen erweisen, keineswegs die einzige Arbeit, die der Nil auf seinem Wege zum Meere unternommen hat; denn wir kennen ein altes Thalbette, das schon weit oberhalb Kairo seinen Lauf nach NW. abgelenkt, und ihm eine Richtung in die libysche Wüste gegeben hat. Angefüllt mit Schutt von ägyptischen Gebirgsarten, und hoch mit Sand bedeckt, der fortwährend von der benachbarten Höhe herabgeweht, wird es jetzt der Flufs ohne Wasser (*Bahr el Bala Ma*) genannt; mit ihm parallel geht sehr nahe das Thal, in welchem die Natronseen liegen, das erst 1799 durch Andreossy wieder bekannt worden ist. Vielleicht mufsten diese Ableitungskanäle erst vollgefüllt werden, bevor der Nil sein gegenwärtiges Delta bilden konnte.

Aehnliche Erscheinungen zeigen sich nach den Zeug-

nissen zuverlässiger Beobachter im unteren Laufe vieler anderen Ströme.

So hat der Ganges ein Delta, das nach Rennell reichlich doppelt so grofs als das Delta des Niles ist. Der Strom spaltet sich zuerst in 45 geogr. Meilen Entfernung vom Meere, und die Basis des Dreiecks, das er ins Meer hineingeschüttet hat, ist reichlich gegen 40 geograph. Meilen breit. Hier liegt ein Landstrich so grofs wie ganz Wales, der aus einem Gewirre von dicht bewaldeten Inseln, Lagunen und Flüssen besteht, die noch fortwährend ihre Gestalt und gegenseitige Lage verändern. Rennell sah hier 8 beträchtliche Mündungen, deren jede nach einander einst die Hauptmündung war; die westlichste derselben *), an welcher Calcutta liegt, ist jetzt die einzige schiffbare, und nicht ohne Mühe und grofsen Aufwand wehrt man dem Strom sie zu verlassen, und sich einen anderen Hauptkanal für den Abfluſs zu suchen. Rennell beschreibt sehr schön, wie in diesem Lande fortwährend neue Inseln sich bilden, und wie die Ströme ihnen ausweichend den benachbarten Ufern nun rauben, was sie dem Lande in ihrer Mitte ersetzen; oft reicht ein in der Mitte des Wassers versunkener Baumstamm oder ein Boot hin, eine Sandbank zu erzeugen, die in wenigen Jahren aus dem Wasser hervorragt, und wenn sie zur Zeit seiner Fluthen mit fruchtbarem Schlamm bedeckt, nun bald sich mit Bäumen besetzt, oder gleich ihren Nachbarn kultivirt wird, so bilden sich oft in wenigen Jahren Inseln bis eine Meile lang. Die Arbeit des Stromes wird noch dadurch begünstigt, dafs nahe seiner Mündung mit ihm sich der mächtige Buramputer verbindet, der dem Ganges an Gröfse gleich, mit ihm zusammen eine Wassermenge abführt, die zur Zeit der Ueberschwemmungen selbst unter den Riesenströmen des neuen Kontinents vielleicht ihres

*) Der sogenannte Hoogly-River.

Gleichen nicht hat. Auch hier bestätigt Rennell die Erscheinung, die wir am Delta des Nil gesehen: die stete Verkürzung seiner Spitze. Er zeigt, dafs die oberste Theilung des Flusses in 11 Jahren, so lange er sie beobachtet, $\frac{3}{4}$ engl. Meilen hinabgerückt war, und bemerkt dabei ausdrücklich, dafs, während gleichzeitig die Basis fortwährend ins Meer greift, der Angriff an der Spitze im gewöhnlichen Verhältnifs 1 engl. Meile in 12 Jahren beträgt.

Unter den uns näher liegenden Strömen ist unstreitig keiner durch eine so vollständige Delta-Bildung ausgezeichnet als der Rhein. Der einfache Strom spaltet sich, noch 25 Meilen von der Nordsee entfernt, bei Pannerden unterhalb Emmerich. Doch auch erst seit 1701 liegt sein Trennungspunkt hier; früher lag er 2 Stunden weit oberhalb bei Schenkenschanz, wo man ihn lange zu erhalten bemüht war. Er umfafst das eigentliche Holland zwischen dem Zuydersee und dem Meere als sein Deltaland, und wenn auch künstliche Hülfsmittel die Lage seiner Mündungen mannichfach verändert haben, so sind doch die Grundzüge der Bildung denen vollkommen gleich, die wir am Nil und am Ganges bemerkt haben. Er bildet drei Hauptarme, zunächst die Yssel, ein von den Römern *) gegrabener und später vom Strome erweiterter Kanal, der in den Zuyder-See mündet, und südlich die Waal, die sich an ihrer Mündung mit der Maas und der Schelde verwikkelt, deren Verhältnisse unter einander sich mannichfach seit den letzten 2000 Jahren geändert haben. Etwa in der Mitte zwischen beiden liegt der älteste Ausflufs, der den Namen des Rheins behalten hat, und der bei Utrecht einen Arm (die Vechte) in den Zuydersee giebt, der Hauptsache nach aber unterhalb Leiden bei Kattwyk aan Zee ins Meer fällt. Allein dieser Arm

*) Unter Drusus, 12 Jahre v. Chr.

ist so versandet, dafs er zu fliefsen fast aufgehört hat, woher denn die wunderliche Meinung früherer Geographen, der Rhein sey ein Steppenflufs! Erst vor wenigen Jahren (1806) hat man durch einen Durchstich eine Art von Mündung wiederhergestellt; die Wassermasse aber, die ihm sonst vorzugsweise gehörte, nimmt der Leck auf, der seinen Namen wahrscheinlich von seinem Seitenausbruche trägt, der vermuthlich früher vorhanden, später durch einen Durchstich in einem Kriege der Römer mit den Batavern (70 p. Chr.) wieder geöffnet ward. — Es würde zu weit führen, alle diese Veränderungen und die, welche in der gegenseitigen Lage und Verbindung der genannten Mündungen mit der Zeit eingetreten sind, weiter auszuführen; indefs ist es wohl wichtig zu bemerken, dafs auch der Zuydersee als weit eingreifende Meeresbucht seine gegenwärtige Gestalt erst dem Durchbrechen des Meeres bei wiederholten Sturmfluthen im 13ten Jahrhundert verdankt.

Auch die Donau hat, wo sie, in sieben Arme gespalten, das schwarze Meer erreicht, ein sehr ausgedehntes Delta gebildet. Nicht immer übrigens enden Flüsse ihren unteren Lauf durch ein Delta, wie die beschriebenen; wo die obengenannten Bedingungen der Bildung desselben nicht günstig sind, da stellen sich auch mannichfache andere Formen im äufsersten Theile dieser Entwickelungsstufe ein; oft ist die Erweiterung eines Flusses an seinem Ende unausgefüllt geblieben, und der Strom endet nun in einer sich abwärts erweiternden Meeresbucht (*estuary*), welche Playfair zuerst mit dem eigenthümlichen Namen eines negativen Delta bezeichnete. Solche offen gebliebenen Räume verdanken meist ihre Erzeugung den Wirkungen der aus dem Meere in die Mündung eintretenden Fluth; wenn der Strom ihrem Andrange gerade entgegengesetzt mündet, so kann sie kräftig auf die Gestalt seiner Mündung einwirken, sie räumt fortwährend das Material aus, das er in sie hin-

einwirft, und indem sie dasselbe mit sich hinaus in das Meer führt, verhindert sie hier jede Inselbildung.

Besonders schön zeigt sich u. a. dieses Verhältnifs an der Mündung der Elbe, welche in der Gegend von Glückstadt so breit wird, dafs die Schiffenden nur ein Ufer im Gesicht behalten. Dort aber drängt sich die Fluth in dem Winkel, welchen die dänische Küste mit der norddeutschen macht, sehr beträchtlich zusammen, und steigt höher als sonst an der norddeutschen Küste; auch liegt die Mündung der Elbe genau in der Richtung, in welcher sie sich aufs Land wirft, sie wirkt daher auch unvollkommener an der Mündung der Weser und Ems, wo beträchtlichere Verschlämmungen die Meeresbucht ausfüllen und ihre Gestalt ändern.

Sehr deutlich wie in der Elbe zeigt sich die gleiche Erscheinung an der Mündung der Themse und des Severn, am Firth bei Edinburgh, am Tajo bei Lissabon, in welchen die Fluth mit Heftigkeit einströmt.

Nirgend indefs sieht man diefs Verhältnifs mehr im Grofsen, als an einigen Strömen in nördlichen Gegenden, dem Ob und Jenisei, dem Lorenzstrom u. s. w., und vielleicht wirkt hier nächst dem Andrange der Fluth noch der jährliche Aufbruch des Eises ein, der mit grofser Gewalt auch schon in unseren Strömen Anschwemmungen von ansehnlicher Ausdehnung zu vernichten im Stande ist.

Noch eine andere Art der Mündung bei manchen Strömen, die der eben beschriebenen sehr ähnlich ist, zeigt sich durch ihren Austritt in Lagunen, vor welchen ein mehr oder minder zusammenhängender, immer sehr schmaler Streif flachen Sandlandes liegt.

Zur Entstehung derselben können verschiedenartige Ursachen wirken. Einmal, wenn der Flufs ohne vorgängige ansehnliche Erweiterung seines Bettes sich ins Meer ergiefst, wirft er in geringer Entfernung von seiner Mündung einen Riegel auf; der Andrang des Mee-

res kann dazu beitragen, denselben zu erhöhen; es rollt fortwährend seinen Sand auf ihn, und endlich erhebt sich so durch den gegenseitigen Druck über den Wasserspiegel ein schmaler Dünenstreif, der sich fortwährend vergröfsert. Ist der Strom nicht sehr kräftig, so wird er nun zur Seite gelenkt, und seine Sandbank folgt der Richtung seiner Mündungen in ihrer Fortsetzung; so kann der Dünenstreif sich dann selbst auf einer Seite mit dem Festlande verbinden, und der Strom kann ihn fortbauen, bis nur noch so viel Raum übrig bleibt, um seine Wassermasse abfliefsen zu lassen, dann wieder in die neu gebildete ruhige Lagune fortwährend seinen Schlamm absetzen und sie auszufüllen streben.

Eben dieselbe Form aber kann auch erzeugt werden, wenn ein Strom im flachen Lande sich ergiefsend seine Mündung verstopft, und wenn an der Küste dabei (wie so häufig) eine Reihe von Dünen liegt, höher als das rückwärts befindliche Land, dann wird die Hemmung an der Mündung den Strom rückwärts aufstauen, und während er über das benachbarte Flachland tritt, wird er dasselbe in einen See verwandeln, der durch den vor ihm liegenden Damm an einzelnen tieferen Stellen seinen Abflufs nimmt.

Beispiele dieser Erscheinung geben ganz besonders die südlichen Küsten der Ostsee; dort münden fast alle bedeutenderen Flüsse in solche Lagunen. Sie werden Haff genannt (frisches Haff, kurisches Haff, das Haff a. d. Oder); der Dünenstreif aber, der sie schliefst, Nehrung. Aehnlich sind ihnen an den Küsten des adriatischen Meeres die Lagunen von Venedig, an der Mündung der Brenta, des Po, der Etsch und unzähliger minder bedeutenden Ströme, durch die sandigen Streifen (Lidi) verschlossen. Nur mit Mühe, und endlich vergebens wird ihre gänzliche Ausfüllung, die Verbindung Venedigs, mit dem Festlande verhindert.

Diese Bildung kann nur da stattfinden, wo das Ende

des Flufsthales nicht in eine ursprüngliche Bucht sich erweitert, und wo Dünen auf Meeresgrund sich befestigen können. Zugleich wird vorausgesetzt, dafs die Bewegung des Meeres nicht sehr gewaltsam und nicht sehr wechselnd sey; nur Meere ohne Ebbe und Fluth werden sie daher vorzugsweise begünstigen, denn wo diese mit einwirkt, wird die sich bildende Dünenreihe zerrissen, und statt ihrer erscheint leicht eine Reihe von langgezogenen Inseln, die in einiger Entfernung von der Küste gegen den Andrang der Wellen einen schützenden Damm bilden. Ein solcher Fall zeigt sich sehr deutlich an der norddeutschen Küste in der Inselreihe, die sich von Neuwerk über Wangeroge, Langeroge etc. an den Mündungen der Weser, der Ems und der Zuydersee vorüber bis zum Texel erstreckt, und in welcher einzelne Inseln noch fortwährend von den Wellen zerrissen werden.

Merkwürdig übrigens ist es wohl noch, und aus denselben Grundsätzen erklärbar, dafs gleiche Erscheinungen, wie im unteren Laufe der Ströme, in der Nähe des Meeres auch bei Nebenflüssen sich zuweilen wiederfinden, wo sie in Hauptflüsse münden. Ist der Hauptflufs hinlänglich grofs und von geringem Gefälle, so dafs der Nebenflufs nicht mit Gewalt fortgerissen wird, so verhält er sich gegen den letzteren wie das Meer gegen seine Zuflüsse; diese gabeln und verästeln sich, und bilden vor ihrer Vereinigung förmliche Delta's, die besonders bei hohem Wasserstande begonnen, und bei niederem Stande vollkommen ausgebildet werden.

Dieser Fall kommt besonders in Amerika vor, wo die Ströme, am meisten unter allen, wahren Meerbusen süfsen Wassers gleichen, und ist von Alex. v. Humboldt hervorgehoben und specieller betrachtet worden. Er sah diese Delta's zur Zeit der Ueberschwemmungen von einem einzigen Wasserspiegel bedeckt an der Ein-

mündung des Rio Apure und des Rio Arauca in den Orinoco, am Rio Branco *), wo er sich in den Rio Negro ergiefst, und am Japura oder Caqueta, einem Nebenflusse des Amazonenstromes.

An diesem letzteren wies er auch einen merkwürdigen Fall von der Veränderlichkeit in den Armen des Delta nach, wie sie als charakteristisch für den unteren Lauf der Ströme beim Nil und beim Ganges hervortreten. So wie dort das Meer in die Stellen (Zweige) des Deltarandes eingedrungen war, aus welchen sich die Flufsmündungen zurückgezogen hatten, so hier der das Meer vertretende Hauptstrom; dadurch aber ist ein etwas verschiedenes Verhältnifs entstanden. Der Hauptstrom giebt dort dem Nebenstrome mehrere Arme, die in ihn hineinfliefsen **), und nun wieder mit demselben vereinigt in den Hauptstrom zurückkehren.

Alex. v. Humboldt verbindet diese Angaben mit einer sehr lehrreichen Betrachtung über die Art der Verästelung der Flufsbetten überhaupt, welche von derselben oben entwickelten Ursache herrührend, dennoch in so verschiedenartigen Formen auftreten. Theilt sich nämlich ein Strom im Innern des Landes entfernter vom Meere in zwei Aeste, so kehrt gewöhnlich der abgesonderte Zweig in einiger Erstreckung wieder zum Hauptflufs zurück, und dann ist es oft nur eine der gewöhnlichen Inselbildungen in Strömen, die wir schon bei der Bildung der Serpentinen erwähnt haben. Erlaubt dagegen die Gestalt die Oberfläche eine weitere Entfernung des neu entstandenen Zweiges, so kann es geschehen, dafs er endlich nicht wieder zu seinem Hauptstrom zurückkehrt, und dann ergiefst er sich entweder in ein benachbartes Stromgebiet und bildet das Phänomen der

*) *Relat. hist. VIII*, 102.

**) *Relat. hist. VII*, 439.

Bifurcation, oder es endet selbstständig neben den anderen Mündungen des Stromes im Meere, und bildet ein Delta.

So ist die Delta-Bildung kein vereinzelt in den Entwickelungs-Verhältnissen der Ströme dastehendes Phänomen, sondern unmittelbar von denselben Ursachen abhängig, von welchen die merkwürdige Bifurcation der Ströme hervorgebracht wird. Diefs ist um so mehr hervorzuheben, weil sehr häufig Ausbreitung der Ströme zur Delta-Bildung und Bifurcation in der Nähe der Küsten mit einander verbunden vorkommen. Zwei an Mächtigkeit wenig verschiedene Ströme begegnen sich hier oft in der Anstrengung, mit welcher sie gegen das Meer ankämpfen, um ihm durch Vorrücken ihrer Delta-Bildungen immer mehr Land abzugewinnen, und dann entsteht durch gemeinsame Wirkung ein grofses Gebiet, das unter dem Einflufs der Zwillingsströme liegt, ein sogenanntes Mesopotamien oder Zwischenflufsland.

Beispiele davon sind in Asien der Euphrat und Tigris, die das eigentliche Mesopotamien bilden, und sich gegenwärtig ganz in ihrem unteren Laufe bei Bassora verbinden, lange vorher schon ihre Fluthen zur Zeit der Ueberschwemmung vermischen; ferner die des Ganges und Buramputer, welche, wie Rennell es wahrscheinlich gemacht hat, einst ihre Hauptarme zusammenwarfen, und dadurch ein ungeheures Bett aushöhlten. Eben so die beiden mächtigen Ströme von China, der Hoang-Ho und der Yang-tsee-Kiang, welche durch ihre Vereinigung zwischen den Gebirgsdistrikten den fruchtbarsten inneren Theil des Landes bilden, der jenem seine Produkte zur Nahrung bietet, und dessen Unterordnung unter die Flüsse sowohl durch die grofsen Ueberschwemmungen kund wird, welche sich zuweilen bis in die Gegend von Pecking erstrecken, als auch durch die leichten Kanalverbindungen, welche hier unter allen bekannten muthmafslich die gröfsesten der

Welt sind. — In Europa, Afrika und Amerika ist diese Erscheinung weniger vollkommen ausgebildet. Der Rhein und die Maas geben in unserer Nähe vielleicht noch das beste Beispiel; auch Dniepr und Bug, recht schön aber das aus unzähligen Verwickelungen der Delta mehrerer Ströme, des Po, der Etsch, der Brenta etc. gebildete und fortwährend mehr und mehr in das Meer dringende Vorland der venezianischen Küste. In Amerika giebt unstreitig von einer solchen Erscheinung der Rio de la Plata, bei dem indefs ein negatives Delta die Vereinigung zweier mächtigen Ströme aufnimmt, das grofsartigste Beispiel. Alex. v. Humboldt unterscheidet bei der ausführlicheren Betrachtung dieser Verhältnisse drei verschiedene Arten der Delta-Bildung: 1) Oceanische Delta's, die häufigsten von allen; 2) Delta's in Binnenmeeren, wie das des Gihon, der Wolga, der Weichsel, des Nil u. s. w.; und 3) Delta's der Zuflüsse, die unbedeutendsten von allen.

2) Von dem Wasser in den Flufsbetten.

Die Beschaffenheit des Flufswassers ist viel einfacher und daher viel kürzer zu charakterisiren, als das Wasser der Quellen. Während wir das Quellwasser oft sehr reichlich erfüllt fanden mit den chemisch aufgelösten Bestandtheilen der Gebirgsarten, durch deren Spalten sie austreten, so hat das Flufswasser dagegen auf seinem weiteren Laufe mannichfache Gelegenheit sich der Stoffe zu entledigen, die es von den Quellen empfängt. Der kohlensaure Kalk, den so viele der nicht einmal vorzugsweise so genannten Mineralquellen enthalten, trennt sich durch längere Berührung des Wassers an der Oberfläche mit der Luft, und er scheint die meisten der anderen mit aufgelösten erdigen Stoffe vielleicht mechanisch mit niederzuschlagen, da die Flüsse, sobald sie die Natur der fliefsenden Quellen (Gebirgsbäche) verloren

haben, sich weit ausbreiten, und nun in ausgedehnte Berührung mit der Atmosphäre treten. Die Salze, welche aufserdem doch in den meisten Quellen auch nur in sehr geringer Quantität vorkommen, werden theils mechanisch von den Erdmassen, die der Flufs berührt, mit fortgerissen oder an sie abgesetzt, und endlich die grofse Vermehrung süfsen Wassers, welche die meisten Flüsse in ihrem Laufe meist unmittelbar durch den Regen von den Abhängen ihrer Uferränder erhalten, verdünnt diese Lösungen ungemein. Das Flufswasser gehört daher im Allgemeinen in die oben erwähnte Abtheilung der weichen Wässer, oder es ist chemisch viel reiner als das Quellwasser, ja vielleicht in einigen, besonders den gröfseren Flüssen chemisch reiner, eine Eigenschaft, die man namentlich von dem Wasser des Indus, der Newa, der Themse u. s. w. zu rühmen pflegt, und die sich unter sonst gleichen Umständen wahrscheinlich da am ausgezeichnetsten zeigt, wo Flüsse weite Seebecken, in denen sie ihre Bestandtheile absetzen oder diluiren können, durchschneiden, bevor sie in ihren mittleren Lauf eintreten. Sehr unbedeutende Ausnahmen von dieser Regel sind die salzigen Flüsse der kaspischen Steppe, welche Pallas beschreibt, die sauren Flüsse Amerika's, die wir oben erwähnten.

So sehr sich indefs das Flufswasser vor dem der Quellen durch seine chemische Reinheit auszeichnet, so sehr unterscheidet es sich von ihm durch seine mechanische Verunreinigung. Während das Quellwasser klar und nur mit aufgelösten Substanzen beladen, die ihm seine Durchsichtigkeit nicht zu rauben vermögen, aus dem Innern der Erdrinde hervortritt, zeigt sich das Flufswasser dagegen mehr oder minder getrübt durch eine grofse Menge darin schwebend erhaltener Stoffe, welche es von den Uferrändern fortwährend losreifst und so lange mit sich fortführt, als die Geschwindigkeit des Wassers sie

dem Einflufs der Schwere entzieht, der sie senkrecht zu Boden treibt.

Diese Stoffe sind sowohl in ihrer äufseren Gestalt, als in ihrer inneren Zusammensetzung sehr verschiedener Natur, und die meisten derselben gehören dem Mineralreich. Sind sie Brocken von Gebirgsarten, deren Beschaffenheit noch deutlich unterscheidbar und noch so wenig zerkleinert, dafs ihr Durchmesser bedeutend erscheint, so nennt man sie Geschiebe oder Rollkiesel, ihre Anhäufung Geröll oder Schotter; sind sie dagegen kleiner, so nennt man ihre Anhäufung Grand oder Kies, noch kleiner erscheinen sie als Sand, und am feinsten zerkleinert, besonders mit organischen Substanzen, mit verfaulten vegetabilischen und animalischen Körpern gemengt, werden sie Schlamm, oder in den Mündungen der Flüsse, wenn sie mit Meerwasser gemischt eine eigenthümliche Beschaffenheit annehmen, von welcher der fruchtbare Boden aller Niederungen am Meere (Marschgegenden) Zeugnifs giebt, Schlick genannt.

In der Art wie diese Körper nach der angedeuteten Verschiedenheit sich in dem Wasser der Flüsse vertheilt finden, und wie sie den Boden zusammensetzen, welchen die Flüsse durchfurchen, zeigt sich bei allen eine mehr noch unstreitig dem Geologen als dem Physiker wichtige Gleichförmigkeit.

So lange der Strom sich noch als wilder Gebirgsbach zeigt, kann er, durch die Gewalt seines Sturzes und durch die Beschaffenheit seiner Uferränder unterstützt, am mächtigsten auf die Zertrümmerung seiner begleitenden Gebirgsarten wirken. Gewaltige Stücke derselben losreifsend, rollt er, durch den jähen Abhang des Bodens begünstigt, mit sich fort, und nackt über Felsen geht sein Lauf, bis endlich seine Kräfte sich mindern. Dann ist er genöthigt, die gröbsten seiner Bruchstücke fallen zu lassen, und häuft nur auf dem Boden, und zuerst wohl

an den Seiten seines Bettes, sich ein selbst bereitetes Erdreich auf. Merkwürdig grofs sind die Beweise von Kraft, welche häufig auf diese Weise von den Gebirgsströmen abgelegt werden; die Bode bei Thale z. B. wälzt Granitblöcke aus dem Gebirge hervor, die zuweilen mehr als 6 F. Durchmesser haben. Indefs indem er fortwährend neue den vorher liegen gebliebenen Brocken hinzufügt, werden die alten mehr und mehr der Zerstörung selbst überliefert; die kleineren Brocken, die er weiter zu tragen im Stande ist, gleiten fortwährend über die gröfseren hin und schleifen sie ab, wie man künstlich Steine auf ähnliche Weise verkleinert und in beliebige Formen bringt, und häufig noch werden sie in dieser Arbeit durch die auflösende Kraft des Wassers selbst unterstützt. So werden die Ecken derselben verrundet, und so wird die Charaktergestalt aller Flufskiesel gebildet. Mehr und mehr zerkleinert können sie dem Andrange des Wassers leichter folgen, und vermehren die Menge des Materials, das der Flufs weiter unterhalb mit sich hinabführt. Kleiner und kleiner zerrieben verwandelt der Flufs sie in Grand, und wenn er im mittleren Theile seines Laufes nun immer mehr an Schnelligkeit verliert, so läfst er diesen dort fallen, bereitet sich ein Bette aus ihm, und arbeitet an ihm vorbeistreifend ferner nur noch ihn zu Sand umzuwandeln und in dieser Gestalt wieder mit sich zu nehmen, was als Grand stets von oben ersetzt wird; unterhalb endlich, im unteren Laufe bleibt nur noch der Sand liegen, und in der Mündung des Stromes ist es der feinste (Triebsand), den er mitbringt, während der Schlick noch weit in das Meer geführt wird, und endlich vom Wellenschlag an die Ufer getrieben, dort das gewöhnlichste Material zur Bildung neuen Landes abgiebt.

So einfach und naturgemäfs auch diese Ansicht von der Beschaffenheit und Entstehung der Stoffe, welche das Flufswasser mit sich führt, zu seyn scheint, so ist sie

sie keinesweges doch von allen Forschern, die sich mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, für richtig erkannt worden. Aeltere Schriftsteller über den Flufsbau *) haben es geleugnet, dafs die Flüsse die Kraft besitzen, das Material, das sie fallen liefsen, abzuschleifen und zu zerkleinern.

Wiebeking **) hat indefs unter den Neuern unstreitig am meisten dazu beigetragen, diesen Gegenstand, von mannigfacher Erfahrung geleitet, aus einem richtigen Gesichtspunkte darzustellen; er zeigt, dafs die Thatsachen, auf welche sich die Gegner dieser Ansicht stützen, wirklich nur als Ausnahmen von der Regel betrachtet werden dürfen, durch den Umstand herbeigeführt, dafs Flüsse zuweilen bei aufserordentlichen Veranlassungen mehr Material in ihre Betten werfen können, als sie zu zerkleinern und weiter zu führen im Stande sind. Er zeigte ferner, dafs, wenn die Kiesel, welche die Flüsse in ihre Betten führen, fortwährend unzersetzt liegen blieben, längst alle Flüsse und ihre angrenzenden Landstriche Sümpfe oder Seen seyn würden.

Wie sehr auch die Gröfse der Kiesel, die ein Flufs führt, mit der Stärke seines Falles übereinstimmt, zeigte er überzeugend durch das Beispiel aller baierschen Flüsse, die den Nordrand der Alpen verlassend, in die baierschen Seebecken eintreten. Die Isar führt gröberes Material als der Lech, und ihre Kiesel dienen in München als Baustein; der Lech hat gröfsere Kiesel als der Inn, und dieser wieder gröfsere als die Donau. Es steht aber der Fall dieser Flüsse unter einander in demselben Verhältnisse, wie die Gröfsen. Schöner noch unstreitig ist das Beispiel des Rheines, dessen Beschaffenheit Wiebeking so vollkommen aus eigener Erfahrung zu erläutern im Stande war. Da, wo der Rhein mit seiner

*) Wie Frisi, Visiani, Perelli.

**) Wasserbauk. I, 93 sq.

Krümmung bei Basel in seinen mittleren Lauf tritt, ist, wie wir oben angeführt haben, sein Fall mehr als doppelt so grofs, als im unteren Theile des grofsen Seebekkens, in dessen Mitte sich sein geschlängelter Lauf bis in die Gegend von Mainz erstreckt. Während er die Kiesel aus den Alpen in dem grofsen Klärungshafen des Bodensees fallen läfst, bringt er dagegen nach Basel nur Gebirgsbrocken des Jura und von den Abhängen des Schwarzwaldes; dort läfst er mächtige Gerölllager liegen. Unterhalb aber bei Strafsburg und Mannheim führt er nur Grand, und bei Worms schon ist es Flufssand, welcher nach Wiebeking's Zeugnifs immer feiner und feiner wird, je mehr man sich der Mainmündung nähert. Der Main endlich, welcher mit stärkerem Fall fliefst, bringt wieder Grand in ihn, und sobald er unterhalb Bingen ins Gebirge tritt, kehren auch grobe Flufskiesel wieder, welche theils der Hauptstrom selbst von den Wänden der benachbarten Berge abtrennt, theils ihm von den bedeutenderen Zuflüssen zugeführt werden. Man kann unter diesen Kieseln an der Gebirgsart, welcher sie angehören, ferner sehr wohl unterscheiden, welcher dieser Flüsse sie gebracht hat, und eben darum kann man auch sehen, dafs der Rhein sie zerkleinert und mit sich führt. Alles was die Mosel, die Ahr, und die Sieg z. B. als reifsende Gebirgsströme besonders bei hohen Fluthen mitbringen, ist grob und eckig, und fällt sogleich im Rheine zu Boden, sobald es aus ihrer Mündung hervorgestofsen worden; bald indefs findet man dieselben Gesteine völlig verrundet und klein auch im Bette des Rheines weit unterhalb; der Ahr-Kiesel bei Bonn z. B. ist schon viel kleiner und gefälliger geformt, als bei Linz *), und der Sieg-Kiesel bei Mühlheim endlich ist nicht mehr so eckig und unförmlich, als an der Siegmündung. Bei Wesel führt der Strom nur noch Grand, und

*) Wiebeking I, 94.

dort soll man doch noch sehr deutlich in ihm die Brokken der vulkanischen Gebirgsarten, welche aus der Eifel herabkommen, unterscheiden. Bei Arnheim, Nymwegen, Gorkum u. s. w. ist es endlich nur noch Sand, und unterhalb erdiger Schlamm, der die Mündung verstopft, und den Inseln nach Rotterdam und Dortrecht fortwährend neu eingedeichtes Land zuführt, oder welchen man durch künstliche Vorrichtungen immer weiter ins Meer zu treiben bemüht ist.

Nächst der Gestalt der Flufsbetten kommt noch die Bewegung des Wassers darin in Betracht. Wir können indefs diesen schwierigen Gegenstand, der eigentlich ins Gebiet der Hydrodynamik gehört, hier nicht in seiner ganzen Ausführlichkeit behandeln, sondern müssen uns begnügen, nur einige wichtigere Punkte herauszuheben.

Wenn Wasser oder überhaupt eine Flüssigkeit in einem offenen Kanale eine horizontale Oberfläche besitzt, so findet keine Bewegung derselben statt, weil dann eben die flüssigen Theilchen nach allen Seiten gleich stark drücken. Soll eine Bewegung, ein Fliefsen stattfinden, so mufs Gefälle da seyn, d. h. die Oberfläche eine geneigte Lage gegen den Horizont haben, der Boden des Kanals oder Flufsbettes mag auch sonst horizontal liegen, ab- oder aufwärts geneigt seyn. Man könnte demnach im ersten Augenblick glauben, dafs sich in Flüssen das Wasser, gemäfs dem Gesetze des Falles, auf einer schiefen Ebene bewegen werde; allein dann müfste seine Bewegung eine beschleunigte seyn, d. h. seine Geschwindigkeit nach der Mündung hin zunehmen. Allein in der Wirklichkeit verhält es sich ganz anders. Wenn der Flufs auf seinen Beharrungszustand gekommen ist, d. h. wenn seine Höhe mit der Zeit ungeändert bleibt, so fliefsen in gleichen Zeiten durch alle Querschnitte desselben auch gleiche Wassermengen; und wenn diese Querschnitte sämmtlich eine gleiche Gröfse haben, so ist auch die mittlere Geschwindigkeit längs dem ganzen Flusse eine

gleiche. Diese gleichmäfsige Geschwindigkeit, eine Folge der verschiedenartigen Widerstände, welche das Wasser in seiner Bewegung in dem Bette erfährt, wird aber in der Natur sehr selten, oder nur auf kurze Strecken angetroffen, weil die Querschnitte eines Flusses von Ort zu Ort fast immer ihre Gröfse ändern. Wo der Querschnitt sich verkleinert, da wird die Geschwindigkeit gröfser, und wo jener sich vergröfsert, da wird diese kleiner. In der Regel breiten sich die Flüsse gegen ihre Mündung hin mehr aus, und daher ist dort, selbst im Beharrungszustande, die Geschwindigkeit geringer als im mittleren und oberen Lauf. Ueberdiefs ist auch die Geschwindigkeit in einem und demselben Querschnitt nicht überall gleich; sie ist in der Mitte und oben gröfser als nach den Seiten und auf dem Boden, daher man auch die mittlere Geschwindigkeit des Wassers im ganzen Querschnitt von der Geschwindigkeit in einzelnen Punkten desselben wohl unterscheiden mufs.

Noch verwickelter werden die Erscheinungen des Fliefsens dadurch, dafs die Flüsse sehr selten auf längere Zeit im Beharrungszustande verbleiben, sondern ihren Wasserstand periodisch oder unregelmäfsig im Laufe des Jahres ändern, bald sinken, bald anschwellen.

Die nächsten Veranlassungen zu solchen Anschwellungen oder Ueberschwemmungen liegen in heftigen Regengüssen, Schneeschmelzen auf den Gebirgen oder in dem benachbarten Lande. In unseren Klimaten, in mittleren oder höheren Breiten, wo die jährlich aus der Atmosphäre niederfallende Wassermenge sehr nahe durch alle Jahreszeiten gleich vertheilt ist, sind daher auch diese Ueberschwemmungen fast nur das gewöhnliche Produkt einer zufälligen Vermehrung derselben, und halten weder in Beziehung auf die Zeit ihres Eintretens noch auf die Dauer ihres Anhaltens irgend einen regelmäfsigen Verlauf. Sehr oft vergeht bei uns bekanntlich ein Winter, ohne dafs nicht die auf einmal zerschmelzende Schnee-

decke stark genug wäre, durch ihr Wasser den Flufs aus den Ufern zu treiben. Dagegen erscheint vielleicht gerade in der heifsesten Jahreszeit leicht einmal ein Wolkenbruch oder Gewitterregen, welcher eine ungeheuere Wassermasse auf einen verhältnifsmäfsig sehr beschränkten Raum in kurzer Zeit ausschüttet, und dann ist auch sogleich die Inundation da; allein sie betrifft nur den Flufs, über welchem das Wasser sich ergossen hat, und die bedeutenderen Flüsse in der Nähe behalten dabei ihren alten, vielleicht oft gerade sehr niedrigen Stand. Es sind daher die Ueberschwemmungen bei uns immer nur zufällige, weder in der Gröfse noch in ihrer Dauer irgend einer gemeinsamen Regel unterworfene Ereignisse, und sie würden, wie u. a. schon Buffon *) sehr gut auseinander gesetzt hat, in der That auch noch viel ephemerer seyn, würde nicht das Wasser, indem es nach seinem Austreten so sehr an Geschwindigkeit verliert, nun veranlafst, nur sehr langsam sich fortzubewegen, und mit Mühe die Strecke flachen Landes zu verlassen, über welche es sich ausgebreitet hat.

Ganz anders dagegen gestaltet sich diese Erscheinung in den wärmeren Klimaten, und namentlich in den Gegenden der Erde, welche innerhalb der Wendekreise liegen. Dort ist, wie wir aus den übereinstimmenden Berichten der Naturforscher wissen, und wie es auch unmittelbar aus den Verhältnissen des Standes der Sonne und der Einwirkung, welche sie auf die Erdoberfläche ausübt, hervorgeht, keinesweges die Wassermasse, welche die atmosphärischen Niederschläge geben, das ganze Jahr hindurch gleichartig oder doch nahe gleich vertheilt. Die Witterung theilt sich in diesen tropischen Klimaten in zwei sehr entschieden gegen einander hervortretende Jahreszeiten, in deren einer es gar nicht oder doch nur höchst selten, in der anderen dagegen häufig und reichlich reg-

*) *Hist. nat. T. I, p.* 349.

net, und die man daher mit einer besonders für unseren Zweck passenden Bezeichnung die trockene und die nasse zu nennen pflegt.

Dieses merkwürdige Verhältnifs mufs natürlich auch in dem Stande der Flüsse jener Länder sich auf eine entsprechende Weise wiederspiegeln, und die Phänomene des hohen und niederen Standes der Wassermasse halten daher hier einen periodischen, regelmäfsig wiederkehrenden Verlauf, und sie werden nun mit allen den Einflüssen, welche die Vermehrung oder Verminderung des Wassers der Flüsse auf die Kultur eines Landes hat, ein Gegenstand grofser Beachtung und Wichtigkeit für ihre Anwohner. Eben deshalb wird auch in diesen Theilen der Erde das jährliche Austreten der Flüsse ein mit besonderer Aufmerksamkeit zu betrachtendes, mit einem regelmäfsigen Verlauf und mit nahe sich gleich bleibender Höhe regelmäfsig zu denselben Zeiten wiederkehrendes Phänomen, und tritt aus der Reihe der zufälligen in die der gesetzmäfsigen Ereignisse über, welche bei den Flüssen solcher Länder allgemein und in den nach ihrer gegenseitigen Lage durch Vertheilung des Wechsels der Jahreszeiten bedingten Zeiträumen eintreten.

Es haben daher auch alle Flüsse der Tropenländer der ihnen nahe liegenden Erdstriche ihre mehr oder minder regelmäfsigen, periodisch wiederkehrenden Uebertritts-Epochen. Der Ganges und Indus, die mächtigsten Ströme Hinterindiens, vor allen der Pegu-Strom (Irawaddi), bedecken alljährlich einmal kürzere oder längere Zeit hindurch, besonders in der Nähe ihrer Mündungen, die benachbarten Landstriche, der Euphrat und Tigris setzen jährlich einmal ihr Mesopotamien unter Wasser, und geben diesem Lande die schon von den Alten gerühmte Fruchtbarkeit. Die grofsen Ströme von China überschwemmen regelmäfsig alle Jahre das von ihnen durchströmte und schon früher betrachtete Tiefland, und machen es geeignet zum Anbau des Reis, der allgemeinen

Quelle der Nahrung für die zahlreiche Bevölkerung dieses kolossalen Reiches. Ganz unter ähnlichen Verhältnissen finden wir die grofsen oft genannten Ströme des südlichen Amerika wieder: der Amazonenflufs, der Orinoco, und besonders der Rio de la Plata haben ihre regelmäfsigen Ueberschwemmungen, und eben so die gröfseren Flüsse von Afrika, der Senegal, der Niger, der Orange-Rivier in der Nähe des Kap der guten Hoffnung, welcher zuweilen in der wasserlosen Jahreszeit fast ganz austrocknet, in der nassen dagegen ein mächtiger Strom ist.

Keiner indefs zeigt diesen Wechsel seines Standes sowohl in Afrika, als wahrscheinlich auf der ganzen Erde überhaupt regelmäfsiger, als der Nil, und vielleicht ist auch bei keinem anderen Strome der Einflufs seiner Ueberschwemmungen auf die Kultur-Verhältnisse des an ihn grenzenden Landstriches gröfser. Die Betrachtung dieses Gegenstandes überhaupt möge daher mit einigen Erläuterungen über dieses specielle Verhältnifs geschlossen werden.

Erinnern wir uns hiebei zunächst an die eigenthümliche Bildung des Nilthales in seinem unteren Theile. Sobald der Nil in Aegypten eingetreten ist, wird der merkwürdige Einflufs, welchen seine Ueberschwemmungen ausüben, sogleich klar werden, wenn wir die angegebene Gestalt des Landes mit seinen klimatischen Verhältnissen vergleichen. Zwischen zwei trockenen und wüsten Gebirgsketten sehen wir das Thal von Aegypten wie einen vormaligen Meerbusen, fast parallel dem arabischen Meere sich von Kairo bis zu den Katarakten, von N. nach S. etwa 100 geogr. Meilen landeinwärts erstrecken, mit sehr nahe wagerechtem Boden und allein von dem Nile bewässert, der in diesem ganzen Abschnitte seines Laufes keinen einzigen, auch nicht den geringsten Zuflufs empfängt. In diesem ganzen Landstriche regnet es nie, und es erhält daher nur derjenige Theil seiner

Oberfläche die zum Gedeihen der Vegetation nothwendige Wassermasse, welcher von dem Wasser des Niles selbst unmittelbar getränkt wird. Die weiten Sandflächen auf der Höhe der das Tiefland einfassenden Bergketten, und die angrenzende Wüste der Sahara, vermögen der Atmosphäre durch Erwärmung kein verdunstendes Wasser zu geben, und können auch von ihr keins empfangen, da der senkrechte Sonnenstrahl des tropischen Klima's sie erwärmt, und von der brennenden Fläche durch Strahlung fortwährend so viel Hitze entwikkelt wird, dafs sie den Wassertropfen *), welche etwa aus den Wolken über ihn niederfallen sollten, verwehrt den Boden zu berühren, und sie nöthigt, wieder in Dampf verwandelt weiter zu ziehen. Indefs sind doch diese sandigen heifsen Flächen, wie schon Granger **) sehr wohl wufste und Girard neuerlich vollständiger entwikkelt hat, auf eine interessante Weise die unmittelbare Ursache von dem Wasserreichthum, welcher dem Tieflande Aegyptens von oben her ersetzt, was von seinen Rändern ihm nicht werden kann. Die kühle feuchte Luft nämlich, welche nordwärts dieser Wüste den Spiegel des mittelländischen Meeres bedeckt, wird genöthigt, sich beständig mit der heifsen verdünnten Luft, welche über den Wüsten schwebt, ins Gleichgewicht zu setzen; sie strömt zu ihr hin, um die Lücke zu füllen, und so herschen denn in jenen Gegenden fast das ganze Jahr hindurch ununterbrochene Nordwinde. Je höher die Sonne steigt, also zur Zeit ihrer nördlichen Deklination, desto stärker werden sie wehen, je tiefer sie sinkt, desto schwächer; allein in ihrem Fortschreiten über die Wüste treffen die mit Feuchtigkeit beladenen Luftschichten

*) Der Sand dieser Wüsten erscheint nach Girard um das Solstitium dis 56° R. erwärmt. (*Mém. p.* 286.)

**) *Voyage. Paris* 1745, *p.* 13 *et* 114.
Buffon hist. nat. I, 350.

den hohen Gebirgssaum der Berge Abyssiniens und ihrer östlichen Fortsetzung, welche den Nordrand des Hochlandes von Afrika bilden. Hier ihre mitgebrachte Feuchtigkeit durch die verminderte Temperatur bewogen absetzend, lagern sich mächtige Wolkenmassen, und reichliche Regen stürzen herab, die Quellen des Nilstromes ernährend, und immer reichlichere Wassermassen schüttend, je höher die Sonne steigt. Daher hängt auch der Stand dieses Flusses, wie die Alten so vielfach durch symbolische Andeutungen auszudrücken suchten, so innig mit dem Stande dieses Himmelskörpers zusammen, und Herodot schon wufste es wohl, was alle spätere Naturforscher einstimmig berichten, dafs in den Abyssinischen Gebirgen zur Zeit des höchsten Standes der Sonne sehr reichliche Regen fallen, die das Anschwellen des Nils in Aegypten veranlassen. Der Gang aber, welchen die Höhe des Stromes in den verschiedenen Jahreszeiten nimmt, ist nach Girard's Beobachtungen folgender:

Das erste Steigen des Nils beginnt in der letzten Woche des Junius zuerst bei den Katarakten von Syene, in Kairo aber wird es erst im Anfange Juli's bemerkt; es geht anfangs sehr langsam, und ist in den ersten 6 bis 8 Tagen kaum merklich, dann aber wird es schneller, und um den 15ten August hat es zu Kairo etwa seine halbe Höhe erreicht; bis zur gröfsesten Höhe braucht es nun dann noch etwa 6 Wochen Zeit, und es erreicht sie gewöhnlich in den Tagen zwischen dem 20sten und 30sten September (1799 am 23sten September, 1800 am 4ten Oktober). In dieser Höhe erhält sich dann der Stand gewöhnlich etwa 14 Tage im Gleichgewicht, und dann beginnt das Sinken, so dafs er bis zum 10ten November schon wieder auf die Hälfte gefallen ist, und von dieser Zeit an sinkt er sehr allmälig bis etwa zum 20sten Mai des folgenden Jahres, wo er bis zum Anfange des Julius in den Beharrungszustand tritt, wie die von Girard entworfene Curve sehr deutlich darstellt. — Man

kann demnach in Aegypten nach dem Stande des Nilwassers drei Jahreszeiten unterscheiden *), vom Dezember bis zum März niedrigster Stand, vom April bis Juli mittlerer und vom August bis November höchster Stand.

Die Höhe, welche der Nil bei seinen Anschwellungen erreicht, ist in den verschiedenen Jahren sehr verschieden; 1799 war sie sehr gering, und man hatte ein schlechtes Jahr, dessen ohnerachtet stieg dennoch das Wasser zu Kairo 21,1 par. F. über seinen niedrigsten Stand; 1800 dagegen war die Schwellung ungewöhnlich stark, und stieg bis zu 24,5 par. F. Girard glaubt deshalb das Mittel derselben zu 22,8 par. F. annehmen zu müssen, und aus den von ihm gemachten Messungen geht hervor, dafs die Wassermasse des Stromes bei diesem höchsten Stande etwa um das Neunfache gegen den niedrigsten vermehrt wird.

Künstlich an seinen Ufern durch diese beschränkt, läfst man übrigens das Wasser erst auf die benachbarten Ebenen strömen, sobald es seine gröfseste Höhe sehr nahe erreicht hat, und beständig durch Querdämme, welche in gemessenen Zeiträumen nach einander durchstochen werden, in seinem Fortschreiten aufgehalten, läfst es den mitgebrachten Schlamm auf die Aecker fallen, und düngt und durchnäfst sie so zu gleicher Zeit für das ganze darauf folgende Jahr. Girard und nach ihm Ritter haben das Detail dieser uralten und künstlichen Bewässerungsanstalten vorgetragen, welche in Ober- und Mittel-Aegypten zum Theil sehr von einander abweichen, und auf sie mufs ich daher verweisen; hier indefs wird es vielleicht noch von Interesse seyn, über die aus diesem jährlich erneuerten Vorgange entstehende Erhöhung des Bodens zu sprechen, welcher muthmafslich das ganze Tiefland Aegyptens nicht nur seine gegenwärtige Gestalt, sondern wohl auch seine Entstehung verdankt.

---

*) Ritter's Erdkunde I, 837.

Mit der Erforschung dieses Gegenstandes durch Messungen hat sich insbesondere Girard beschäftigt; Girard zuerst hat es deutlich gezeigt, dafs mit der Erhebung des Bodens der ägyptischen Ebene sich immer zugleich auch das Bette des Flusses gleichartig erheben müsse, und die Vernachlässigung dieses Grundsatzes hat bei älteren Schriftstellern mannichfache Irrthümer erzeugt. Geschähe dieses nicht, so könnte es nur zwei Fälle geben: entweder erhöhte der Fluſs sein Bette mehr als die Ebene, oder weniger; im ersten Falle würde dann die Höhe der Ueberschwemmungen zunehmen müssen, mit dieser aber auch die Höhe ihrer Absätze, und so würde denn das Verhältnifs beider Niveau's sich gleich bleiben. Fände dagegen der letztere Fall statt, so würden bald die Anschwellungen das Land nicht mehr bedecken, dann aber könnte sich das Bette nur allein noch erhöhen, und das alte Verhältnifs mufs sich wiederherstellen. Deshalb hielt es auch dieser Gelehrte für zweckmäfsig, die alten Nilmesser, welche sich noch unverrückt an der Stelle befinden, an welcher sie aufgestellt waren, zu untersuchen, und da man wohl annehmen darf, dafs die jährlich aus den abyssinischen Bergen zuströmende Wassermenge sich im Mittel gleichgeblieben ist, so würde der Unterschied des Standes der hohen Fluth zwischen jetzt und damals, als diese Maafsstäbe erbaut wurden, ein sehr gutes Anhalten zur Bestimmung der Erhöhung des Bodens in einem gegebenen Zeitraume darbieten. Auch gelang es ihm, diese Beobachtungen mit den nöthigen historischen Daten unterstützt, anzustellen; er fand die Nilometer, welche zu diesem Zwecke brauchbar waren, noch in der gewünschten Lage, den einen bei der Insel Elephantine mit einer Inschrift, welche zeigte, dafs seit den Zeiten des Kaisers Septimius Severus (193 bis 211 nach Chr.), also in etwa 1600 Jahren, sich die Oberfläche des geschwollenen Stromes (und also auch seine Grundfläche) um 2,11 Meter (6,49 par. F.) erhöht

habe, eine Gröfse, welche 4,87 pariser Zoll Bodenerhöhung auf das Jahrhundert ausmacht. Der zweite Nilometer war der der Insel Roudah vor Kairo; er ist erweislich unter den Kalifen im Jahre 847 errichtet, und jetzt steht schon der höchste Stand des Niles an ihm um 1,149 Meter (353 par. F.) höher als damals; diefs giebt dann für ein Jahrhundert bei Kairo 4,43 pariser Zoll Erhöhung, eine Gröfse, die nahe genug mit der vorigen übereinkommt, und statt welcher wir am besten das Mittel 0,126 Meter (4,65 par. Zoll) annehmen.

Von diesem Grundsatze ausgehend, untersuchte nun Girard das Alter vieler im Nilthale befindlichen Monumente; er bemühte sich die Periode ihrer Erbauung nach der Gröfse der Verschlämmung des Bodens zu bestimmen, auf welchem sie errichtet worden waren. Die Einzelnheiten dieser Arbeit sind ungemein interessant, und der Scharfsinn, mit welchem die darin aufgestellten Kombinationen zum Zwecke verwandt worden sind, führte ihn zu merkwürdigen Resultaten. So fand er u. a., dafs sich seit der Erbauung der ältesten Theile von Theben der Boden des Nilthales um nicht weniger als 6 F. etwa erhöht haben müsse, und er schlofs daraus auf ein Alter von 4760 Jahren, d. h. 2940 v. Chr. *). Weiter unterhalb kamen ihm im Nilthale so tief verschlämmte Ruinen nicht mehr vor, und es liefs sich daher aus diesen geologischen Forschungen die Ueberlieferung der ältesten Schriftsteller des Alterthums bestätigen, dafs muthmafslich die oberen Theile Aegyptens viel früher aus dem Wasser hervorgingen und früher bewohnt werden konnten, als die unteren.

*) Der Obelisk von Heliopolis deutete nur auf ein Alter des Schlammabsatzes von 3000 Jahren (1200 v. Chr.).

Gedruckt bei A. W. Schade.

BINDING SECT. JUN 13 1969

GB
53
H64

Hoffmann, Friedrich
Physikalische Geographie

PLEASE DO NOT REMOVE
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

UTL AT DOWNSVIEW
D RANGE BAY SHLF POS ITEM C
39 11 06 01 08 027 0